

Imhof

Verhandlungen

der

Naturforschenden Gesellschaft

in

BASEL.

Neunter Band.

Mit 17 Tafeln.

Basel.

H. Georg's Verlag.

1893.

INHALT.

Anatomie. M. v. Lenhossék. Hinterwurzeln und Hinterstränge. 86. — Zur ersten Entstehung der Nervenzellen und Nervenfasern bei dem Vogelembryo. 379.

Geologie. V. Gilliéron. Ein Bohrversuch auf Steinsalz bei Bettingen. 363. — A. Gutzwiller. Beitrag zur Kenntniss der Tertiärbildungen der Umgebung von Basel. 182. — C. Schmidt und G. Steinmann. Geologische Mitteilungen aus der Umgebung von Lugano. 245.

Mathematik. K. VonderMühll. Ueber die Anzahl der unabhängigen Perioden von eindeutigen Functionen complexen Arguments. 78.

Meteorologie. A. Riggenbach. Die unperiodischen Witterungserscheinungen auf Grund 111jähriger Aufzeichnungen der Niederschlagstage. 63. — Witterungsübersicht der Jahre 1888 und 1889. 124. — Id. 1890. 533. Zur Wolkenphotographie. 893.

Mineralogie. C. Schmidt. Ueber ein zweites Vorkommen von dichtem Vesuvian in den Schweizer-Alpen. 327.

Physik. E. Hagenbach-Bischoff und L. Zehnder. Die Natur der Funken bei den Hertzschen electrischen Schwingungen. 509. — G. Kahlbaum. Studien über Dampfspannkraftsmessungen. 573. — J. Weinmann. Vorlesungsversuch über die Flüssigkeitshaut. 243.

Zoologie und Paläontologie. L. Rütimeyer. Uebersicht der eocänen Fauna von Egerkingen nebst einer Erwiederung an Prof. E. D. Cope. 331. — Neuere Funde von fossilen Säugethieren in der Umgebung von Basel. 420. — Bericht über das Naturhistorische Museum vom Jahre 1889. 173. — Id. vom Jahre 1890. 398. — F. Zschokke. Faunistische Studien an Gebirgsseen. 1. — Die zweite zoologische Excursion an die Seen des Rhätikon. 425.

25439

Nekrologe. G. Kahlbaum. Nachruf an Dr. Ludwig Sieber. 887. — L. Rütimeyer. Erinnerung an Prof. Albrecht Müller. 409.

Dr. J. M. Ziegler'sche Kartensammlung. Elfter Bericht. 563. — Zwölfter Bericht. 567. — Dreizehnter Bericht. 896.

Chronik der Gesellschaft. 903.

Mitgliederverzeichniss. 908.

Bestimmungen über die Publication von Arbeiten in den „Verhandlungen". 917.

Verzeichniss der Gesellschaften im Tauschverkehr. 919.

Verzeichniss der Tafeln.

---

1. Verlauf der Temperatur in den Jahren 1888 und 1889 nach Pentaden zu pag. 152.
2. Profil von Blauen nach Basel zu pag. 240.
3. 4 Profile durch die Tessiner Alpen zu pag. 249 ff.
4. 3 Profile durch die Umgegend von Bettingen zu pag. 369 u. 372.
5. Barometercurven zu pag. 547.
6. Apparat zur Bestimmung des Kochpunktes des Wassers zu pag. 597.
7. Apparat zur Bestimmung des Kochpunktes des Quecksilbers zu pag. 609.
8. Apparat zum Füllen des Barometerrohres mit Quecksilber zu pag. 644.
9. Apparat zum Füllen des Barometergefässes zu pag. 648.
10. Quecksilberluftpumpe zu pag. 654.
11. Apparat für Tensionsbestimmungen zu pag. 665.
12. Apparat für Kochpunktsbestimmungen bei Drucken über 10^{mm} zu pag. 728.
13. Automatische Quecksilberluftpumpe zu pag. 733.
14. Apparat für Kochpunktsbestimmungen bei Drucken unter 10^{mm} zu pag. 743.

Tafel A: Siedekurven der Ameisen-, Essig-, Propion-, Butter-, Valerian-, Capron-, Heptyl-, Capryl-, Pelargon- und Caprinsäure.

Tafel B: Siedekurven der Isobutter-, Isovalerian-, Isocapronsäure, der Ameisensäure, Ameisensäure- und Wassergemische, Essigsäure- und Wassergemische.

Tafel C: Siedekurven der Propionsäure und Monochloressigsäure, der Monochloressigsäure und Normalvaleriansäure, der molekularen Gemische von Essigsäure, Normalbuttersäure, Normalvaleriansäure und Isocapronsäure.

Technische Schwierigkeiten machten es durchaus unmöglich die Tafeln A, B und C in dem im Texte angeführten Maasstabe der vorliegenden Veröffentlichung beizufügen; es sind daher Abdrücke im verkleinerten Format beigegeben. Die Original-Tafeln können soweit der Vorrat reicht vom Verfasser bezogen werden. Von Tafel A wird eine Sonderausgabe unter dem Titel: „Die Siedekurven der Fettsäuren $C_nH_{2n}O_2$ an der Ameisensäure bis zur Caprinsäure für Vorlesungszwecke zusammengestellt von Georg W. A. Kahlbaum“ erscheinen.

Faunistische Studien an Gebirgsseen.

Von

F. Zschokke.

Die Frage nach der oberen Grenze thierischen Lebens im Hochgebirge, speciell in den Alpen, ist schon von den ältern Naturfreunden und Forschern, die die Gebirge wissenschaftlich und touristisch erschlossen, gestellt worden. Sehr bald kam man zur Einsicht, dass, abgesehen von jenen zahlreichen Insekten, welche vom Wind zufällig in die Höhe getragen werden, um auf den Gletschern und Schneefeldern zu verhungern, eine Anzahl von Thieren nahe oder in der Schneeregion ihre ständige Heimath aufgeschlagen hat. So fand im Jahre 1824 von Welden (68) die schwarze Erdspinne noch in einer Höhe von 9 300′ am Monterosa. Die Arbeiten von de Saussure, Schlagintweit (60), Desor, Heer berichten uns von manchem Fund lebender Thiere in bedeutender Höhe (Podurellen 10 000—12 000′). Für die Käfer findet Heer (23, 24, 25) in den Kantonen Glarus und Graubünden eine obere Grenze von 8 000′. *Colymbetes bipustulatus* ist in allen Alpenseen von 6 200 bis 6 400′ gemein, *Hydroporus griseostriatus* geht bis 6 600′, *H. nivalis* erreicht sogar 7 000′ (25). In einer Höhe von über 8 500′ kennt derselbe Gewährsmann (26) im Jahre 1845 noch 32 Arten von Thieren, die als konstante Bewohner

der Schneeregion anzusehen seien. Es sind 18 Insekten, 13 Spinnenthiere und eine Schnecke. Während Insekten und Mollusken 9 000′ nicht überschreiten, finden sich noch fünf Arten Spinnen zwischen 9 000 und 10 000′. *Opilio glacialis* wurde sogar auf dem Piz Linard bei 10 700′ Meereshöhe getroffen, er steigt überhaupt nie unter 7 000′ hinab. Schlagintweit (60) citirt als höchstes Vorkommen von lebenden Insekten — allerdings verschlagenen Exemplaren — 12—14 000′. Ehrenberg (11) bildet auf Taf. XXXV B. seines Werkes sechs Bärthierchen, drei Räderthierchen und eine Anguillulide ab, die vom Weissthorpass (11 138′ Höhe) stammen. Er fügt bei: „Diese Massenansicht ist noch dadurch bemerkenswerth, dass die Formen nach fast zweijährigem Fortleben in trockener Erde, vom August 1851 bis Mai 1853, in Berlin lebend beobachtet und vorgezeigt worden sind.“ [1])

Ueber die Bevölkerung hochgelegener Wasseransammlungen berichtet uns zunächst Vogt (66), der im August 1842 am Aargletscher in einer Höhe von 8 500′ einen kleinen, lebhaft roth gefärbten Krebs, seine *Cyclopsine alpestris*, entdeckte. Das Thierchen lebte massenhaft in einem Schmelzwassertümpel, der wohl nie über 2° erwärmt wurde und überhaupt höchstens 3—4 Monate im Jahr eisfrei blieb. Perty (50) kennt aus den höhern Regionen der Alpen noch zahlreiche Rotatorien, Infusorien und Anguilluliden, die er am Gotthard, der Grimsel, dem Sanetsch, der Gemmi, dem Simplon, auf dem Stockhorn, dem Faulhorn und dem Sidelhorn gesammelt hat.

---

[1]) Nach Zusammenstellungen von Calloni sind aus den lepontischen Alpen heute 170 Thiere bekannt, die über 2500 m. leben. (S. Calloni: Fauna nivalis lepontica. Archives des sciences physiques et naturelles. Octobre—novembre 1889).

Er macht darauf aufmerksam, „dass die Formen der Ebene in den höhern Regionen (von etwa 6 000′ Meereshöhe an) zum Theil bedeutende Veränderungen in Form, Grösse, Aussehen und überhaupt dem ganzen Gebahren erleiden, so dass es, wenn man nicht Uebergänge sieht, nothwendig oft zweifelhaft bleiben muss, ob man bloss Varietäten, oder wirklich verschiedene Species vor sich hat."

Die eigentliche faunistische Durchforschung der Hochgebirgsseen aber hat erst in den letzten Jahren begonnen. Der Anstoss dazu wurde gegeben durch die Studien über die Fauna der Süsswasserbecken überhaupt, die eine ganze Reihe bemerkenswerther Thatsachen in helles Licht stellte. Besonders wurde durch die langjährige Arbeit Forel's, der die Fauna der subalpinen Seen, speciell des Genfersees, einer gründlichen Untersuchung unterwarf und die Ergebnisse in den „Matériaux" (13) niederlegte, für weitere Forschungen die Bahn geebnet. Die von Forel (14) und Duplessis (10) gelöste Preisaufgabe der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft behandelte die Tiefseefauna der Schweizer-Seen und schuf für ähnliche Studien eine breite und feste Basis.

Inzwischen veröffentlichte schon im Jahre 1880 Asper (1, 2, 3, 4) seine ersten Mittheilungen über die Fauna der Alpenseen. Mit besonderem Eifer lag Imhof dem Studium der Thierwelt hochgelegener Wasserbecken ob. Er stellte sich zur Aufgabe (32), eine möglichst grosse Anzahl von Seen in einem weitausgedehnten Gebiet zu untersuchen, und in der That ist die Liste der von ihm besuchten Lokalitäten eine sehr stattliche. Durch seine zahlreichen Mittheilungen (27 — 39) ist unsere Kenntniss von der Thierwelt der Gebirgsseen bedeutend erweitert worden. Für uns werden besonders interessant

sein die von Imhof in Savoyen, den österreichischen und bayrischen Alpen, in den Vogesen, in der Schweiz, speciell im Kanton Graubünden erhaltenen Resultate. Auf Alpenseen beziehen sich auch theilweise die schönen Untersuchungen von Pavesi (49). Clessin (7) berichtet uns über die Molluskenfauna hauptsächlich der bayrischen Gebirgsseen. Zerstreute Angaben, die unser Thema berühren, finden sich bei Lutz (44), Haller (21), Pictet (53) etc.

Während so hauptsächlich die kleinen, hochgelegenen Wasseransammlungen der Alpen nach ihrer Lebewelt durchsucht wurden, bemühten sich einzelne Forscher die entsprechenden Verhältnisse in andern Gebirgen klar zu legen. So hat sich nach und nach ein allerdings noch nicht sehr umfangreiches, aber doch schon werthvolles Vergleichungsmaterial angesammelt. Brandt (5) durchforschte die armenischen Alpenseen, Fric (19) die Wasserbecken des Böhmerwalds, Wierzejski (69) bearbeitete siebenundzwanzig Seen der hohen Tatra, von denen der höchstgelegene eine Erhebung von 1966 m. aufweist, und in denen er 96 verschiedene Thierformen traf. Zacharias (70, 71, 73, 75) hat uns bekannt gemacht mit der Fauna der Teiche und Seen des Glatzer-, Riesen- und Isergebirges, sowie mit derjenigen der Maare, der Eifel (74). Richard (57, 58) wählte als Arbeitsfeld die Gebirge der Auvergne.

Alle diese neuern Arbeiten sollen in der folgenden Darstellung die gebührende Berücksichtigung finden. Als Gesammtresultat darf schon jetzt hervorgehoben werden, dass nicht nur die Landfauna, wie dies von früheren Forschern nachgewiesen worden ist, sondern auch die Thierwelt des Wassers in verhältnissmässiger Fülle von Arten und besonders von Individuen viel höher in die Gebirge emporsteigt, als man gewöhnlich

anzunehmen geneigt ist. Zur weitern Klärung der Frage über Zusammensetzung, Lebensweise und Ursprung der Thierwelt der Gebirgsseen mögen die folgenden Zeilen vielleicht etwas beitragen. Sie sollen nur der erste Theil einer weiter zu führenden Studie über die Thierwelt einer bestimmten, engbegrenzten Lokalität der Alpen sein.

Die in dieser Arbeit niedergelegten Beobachtungen sind das Resultat einer dreiwöchentlichen zoologischen Excursion, die ich im August 1889, in Begleitung von drei Studenten der Medicin an hiesiger Universität — den Herren M. Bider, O. Burckhardt und A. Breitenstein — unternahm. Sie beziehen sich auf die Bevölkerung von drei kleinen, hochgelegenen Wasserbecken des Rhätikons, der an landschaftlichen Schönheiten so reichen Grenzkette von Vorarlberg und Graubünden. Die Seen von Partnun und Tilisuna liegen eingebettet in die Flanken der Sulzfluh, einer Haupterhebung jenes Gebirgszuges, derjenige von Garschina etwas südlicher, unter dem Gipfel des Kühnihorns. Immerhin ist der Garschinasee in gerader Linie gemessen nur drei Kilometer von demjenigen von Partnun und dieser vom Tilisunasee wenig mehr als zwei Kilometer entfernt. So dürfen wir sämmtliche drei als Seen der Sulzfluh in etwas weiterem Sinne bezeichnen. Abgesehen von der relativ leichten Zugänglichkeit der gedachten Wasserbecken, veranlasste uns die geologische Vielgestaltigkeit des Rhätikons, die jedem der drei sich so nahe liegenden Seen einen andern Charakter aufdrückt, zur Untersuchung der dort lebenden Thierwelt. Sodann war leicht zu konstatiren, dass alle drei Wasserbecken nicht nur in geologischer Hinsicht verschieden gestellt sind,

sondern dass sie auch topographisch sehr von einander abweichen. Tiefen- und Temperaturverhältnisse endlich, Zufluss- und Abflussbedingungen, die Beschaffenheit des Untergrundes, die Bewachsung des Ufers mit Pflanzen, die Entwicklung der Vegetation im See selbst, die Höhenlage, die mehr oder weniger starke Besonnung, — kurz alle jene äussern Bedingungen, die entscheidend einwirken können auf die Ausbildung einer bestimmten Thierwelt, gestalten sich in den drei Sulzfluhseen wesentlich verschieden. Diese Verhältnisse mussten einen nachweisbaren faunistischen Ausdruck finden.

Es ist übrigens unsere Absicht die zoologische Untersuchung der drei Seen weiter fortzusetzen. Durch wiederholten Besuch derselben hoffen wir in den nächsten Jahren nicht nur faunistisch, sondern auch biologisch zu mancherlei Resultaten zu gelangen. Wir werden vom nächsten Jahre an auch den Lünersee an der Scesaplana mit in den Bereich unserer Untersuchungen ziehen und dieselben noch auf einige andere kleine Wasserbecken des Rhätikons ausdehnen. So soll die Seenfauna eines kleinen und begrenzten Alpenbezirks nach und nach gründlich festgestellt werden. Schon die erste Ausbeute ist trotz der ungünstigen Witterungsverhältnisse viel reicher ausgefallen, als wir erwarten durften; es wird sich wol zeigen, dass in jenen hochgelegenen Gebirgsseen das thierische Leben sich noch viel mannigfaltiger entwickelt, als man bisher annahm.

In den letzten zehn Jahren hat sich die zoologische Untersuchung der alpinen Wasserbecken sehr weit ausgedehnt; eine grosse Zahl von derartigen Seen sind bis heute faunistisch mehr oder weniger bekannt geworden, und an manchen bemerkenswerthen Resultaten hat es nicht gemangelt. Durch genaue, mehrjährige Durchforschung der Rhätikonseen sollen die faunistischen

Studien an hochgelegenen Seen vertieft und gleichzeitig eine weitere Basis für weitere ähnliche Bemühungen geschaffen werden. [1])

So wird denn auch die vorliegende Veröffentlichung nur der Anfang einer grössern Arbeit sein; da sie aber für die Sulzfluhseen in mancher Hinsicht schon zu bestimmten Resultaten gelangt, glaubte ich sie dem Druck bereits jetzt übergeben zu können.

Als Mittelpunkt unserer Excursionen wählten wir das kleine Gasthaus zur „Sulzfluh" auf der Partnuneralp. Von dort aus ist der See von Partnun in zwanzig Minuten, die beiden andern in etwas mehr als zwei Stunden zu erreichen. Aeusserst ungünstige Witterungsverhältnisse erschwerten unsere Arbeit bedeutend und verhinderten die Untersuchung des Lünersees gänzlich. Zwar erreichten wir die an seinem Ufer sich erhebende Clubhütte, doch machte ein sehr ausgiebiger Schneefall jede zoologische Arbeit unmöglich.

Beim Fang und der nachherigen Gewinnung und Conservirung des faunistischen Materials folgten wir den Rathschlägen F. A. Forels (13, 14), die sich auch in diesem Fall als durchaus praktische erwiesen. Genaues Absuchen des Ufers, Anwendung des feinen Mousselinenetzes für die Oberfläche und der Forel'schen Metalldredge für die Tiefe gaben uns alle wünschbaren Resultate.

---

[1]) Wenn also z. B. Imhof (27 — 39) es sich zum Ziel gesetzt hat, eine möglichst grosse Anzahl über einen weiten Raum zerstreuter hochgelegener Wasserbecken faunistisch zu untersuchen und dabei eine Reihe bedeutungsvoller Thatsachen aufdeckte, möchten wir uns auf wenige, in einem engen Bezirk liegende Untersuchungspunkte beschränken, dieselben aber im Laufe der Jahre möglichst erschöpfend behandeln. Beiderlei Bestrebungen können sich nur ergänzen und unterstützen.

Von Protozoen und Rotatorien wurde vorläufig nur das auf andern Thieren festsitzende, oder mit ihnen lebende berücksichtigt. Eine Ergänzung der Listen für diese beiden Gruppen bleibt dem nächsten Jahre vorbehalten.

Der See von Partnun liegt in einer Höhe von 1874 m.; seine Länge beträgt 450, die Breite 200 und die grösste Tiefe etwa 35 m. Der tiefe Einschnitt, in dem das Wasserbecken sich ausdehnt, wird im Westen flankirt von dem in kühnen Zügen zu einer Höhe von 2842 m. sich emporschwingenden Massiv der Sulzfluh. Im Osten erheben sich fast senkrecht die Wände der Scheienfluh (2630 m.), die grosse Schutthalden bis zum See hinunterschicken. Beide Gebirgsstöcke sind verbunden durch ein 2240 m. hohes Felsjoch, das das Partnunerthal im Norden verschliesst und von dem Gruben- oder Partnunerpass überschritten wird. So ist der See von drei Seiten vollkommen von hohen Felsschranken umschlossen und wird nur kurze Zeit des Tages direkt von den Sonnenstrahlen getroffen. Nur gegen Süden ist der Ausblick freier. Dort schliesst den Wasserspiegel eine felsige Thalschwelle von grauen Fucoidenschiefern ab, auf der eine alte Moräne liegt. In diesem Gestein, das den Flyschschiefern ähnlich sieht, nach Theobald (65) aber wahrscheinlich zu den Allgäuschiefern gehört und den ganzen südlichen Fuss der Sulzfluh und Scheienfluh umlagert, liegt das tiefblaue Wasserbecken. Doch erstrecken sich von Osten und Westen gewaltige Trümmerhalden bis zum Seespiegel. Besonders das Ostufer ist mit einem Wirrwarr von Blöcken bedeckt. Diese Trümmer entstammen den Kalkmassen der Sulzfluh und

Scheienfluh; beide Gebirgsstöcke sind in ähnlicher Weise aus triasitischen und liasitischen Schichten aufgebaut. Denselben Formationen begegnen wir am Grubenjoch. (Für alle geologischen Einzelheiten siehe die Schilderungen von Theobald: 64, 65.)

Der Seegrund besteht nur theilweise aus feinem Schlamm, überall sind demselben grössere und kleinere Steinstücke beigemengt. An manchen Orten nehmen dieselben so überhand, dass an den Gebrauch der Dredge nicht gedacht werden konnte. Die Ufer fallen besonders östlich steil ab, im Westen und Norden, wo der See auch seine Hauptzuflüsse erhält, sind sie flacher. Während des weitaus grössten Theiles des Jahres wird der Partnunersee von einer starken Eisschicht bedeckt. In der ersten Hälfte November schliesst sich nach zuverlässigen Angaben der Wasserspiegel, um erst Anfangs Juni wieder eisfrei zu werden. Später sollen noch beträchtliche Lawinen in den See stürzen. Im kurz andauernden Sommer sammelt sich im Seebecken fast ausschliesslich das Schmelzwasser des von den umliegenden Bergen, besonders der Sulzfluh, nur langsam weichenden Schnees. Viele kleine Rinnsale durchfurchen die Kalkmassen der Fluh, um sich endlich in den See zu ergiessen. Der Sporergletscher, der die Sulzfluh krönt, dürfte durch die zahlreichen Klüfte und weitverzweigten Höhlen des Berges dem See wol ebenfalls etwelchen Tribut zuschicken. Daneben wird er allerdings auch von einer Anzahl von Quellen gespiesen. Ein Hauptzufluss strömt nördlich vom Grubenpass her in das Wasserbecken. Am Südende entspringt aus ihm der auch im Hochsommer ziemlich starke Schanielenbach. Alle Zuflüsse fliessen über Trias- und Liaskalk.

Die Temperatur des in dem Reservoir sich sammelnden, nur kurz von der Sonne beschienenen Schmelz-

wassers wird nie bedeutend sein. Wir fanden ein Maximum von 10,5° Celsius und ein Mittel von 9,75° C. (Morgens um 11 Uhr). Die Vegetation am Seeufer ist noch verhältnissmässig reich; immerhin wird sie durch die grauen Trümmerzüge an manchen Stellen zurückgedrängt und kann sie über die Schutthalden den Sieg nicht davon tragen. Im Wasser selbst finden sich zahlreiche grüne Algenteppiche, ein Umstand, der für die Entwicklung thierischen Lebens in hochgelegenen Seen von grosser Bedeutung ist. Ueber 6000′, so berechnet Boussingnault (67), nimmt das Wasser wegen des geringen Luftdrucks nur noch so kleine Sauerstoffmengen auf, dass Fische nicht mehr leben können. Da treten, wie Weith (67) bemerkt, die grünen Wasserpflanzen als Hauptlieferanten von Sauerstoff auf und ermöglichen auch in manchen hochalpinen Seen die Existenz einer reichen Fauna und speciell die von Fischen (Engadinerseen).

Für unsere faunistischen Betrachtungen haben die Thatsachen Werth, dass der kleine hochgelegene See von Partnun relativ tief ist, dass er sehr abgeschlossen in einem Kalkgebirge liegt. Sein Kalkgehalt wird wahrscheinlich ziemlich bedeutend sein. Dass der Seegrund starke Beimischungen von Geröll aufweist, dass der Wasserspiegel sehr lange geschlossen bleibt und dass das Becken auch im Sommer viel Schmelzwasser enthält. Dass endlich der See von Lawinen- und Steinschlag heimgesucht wird, dass die Temperatur eine tiefe ist und dass die Vegetation am Ufer sich mässig, im Wasser selbst dagegen ziemlich stark entwickelt.

Ein ganz anderes Bild entrollt sich vor unsern Augen, wenn wir den Partnunersee und seine düstere Felsscenerie im Rücken lassen und gegen Norden über die von frühern Gletschern glattgescheuerten Kalkbänke

des Grubenpasses hinansteigen. Wir erreichen die Höhe des Joches bei 2240 m. und überschreiten gleichzeitig die österreichische Grenze. Die todten grauen Felsmassen, die uns bis jetzt begleitet, treten zurück, vor uns dehnt sich eine grüne, sanft gewellte Fläche aus, und in ihrem Grunde zu unsern Füssen liegt der kleine smaragdene See von Tilisuna. Bei 270 m. Länge weist er eine Breite von 150 m. auf; seine Tiefe mag 10 bis 15 m. betragen. Er liegt circa 2100 m. über dem Meeresspiegel. Das Seebecken von Tilisuna ist bei weitem nicht so eingeengt und der Sonne so unzugänglich wie dasjenige von Partnun. Allerdings ist auch es überragt von kühn geformten Berggipfeln, unter denen das Schwarzhorn bis zu einer Höhe von 2456 m. ansteigt; überall aber existiren Einschnitte und Uebergänge, die die fortlaufenden Bergzüge unterbrechen. Die grüne Alpweide, die bis zum Seeufer sich hinabzieht, liegt nach Theobald (64, 65) auf Fucoidenschiefer, dann folgen verschiedene Glieder der tiefern Triasbildungen, endlich Casannaschiefer, der allmählig in Glimmerschiefer und Gneiss übergeht. So ist denn das Nordostende des Sees wenigstens in unmittelbarem Contact mit krystallinischem Gestein. Dazu kommt noch, dass das westlich vom Seeufer sich erhebende Schwarzhorn aus Spilit-Diorit und Serpentin sich aufbaut. Die schwarzen Trümmerhalden dieser Gesteine erstrecken sich bis zum Wasserspiegel. Der Untergrund des Sees setzt sich aus sehr grobem und eckigem Geröll von Casannaschiefer, Glimmerschiefer, Gneiss und Serpentin, je nach der Stelle, wo man die Proben entnimmt, zusammen. Im grössten Theile der Wasseransammlung verhindern die Geröllmassen den Gebrauch der Dredge, nur da wo der Fucoidenschiefer an das Ufer tritt, finden wir sandige Bodenbeschaffenheit und theilweise sogar sumpfige See-

ränder. Auch in Tilisuna wird das Schmelzwasser im Frühjahr und Sommer eine bedeutende Rolle spielen; daneben wird aber der See von zahlreichen Quellen gespiesen, die rings an den umliegenden Bergen entspringen. Er wird auch von der Sonne mehr beschienen als der Partnunersee. So fanden wir denn trotz der höhern Lage für den Tilisunersee eine höhere Temperatur als für den von Partnun (11,5 ° C.), und trotz der Höhendifferenz frieren beide Wasserbecken in Normaljahren gleichzeitig zu und auf (erste Hälfte November und Anfangs Juni). Die Lawinenzüge, die im See ihren Abschluss finden, sind weniger bedeutend als die in Partnun, dagegen werden ihm von den umliegenden Bergen, wie schon die Beschaffenheit des Untergrundes es beweist, bedeutende Massen grober Geschiebe zugeführt. Eine Vegetation im Wasser wachsender, grüner Algen scheint fast ganz zu fehlen, während der den See umsäumende Pflanzenteppich ununterbrochener und dichter ausfällt als in Partnun.

Ganz andere Verhältnisse endlich bietet das dritte Wasserbecken, der See von Garschina. Seine Höhenlage beträgt 2189 m.; er ist umrahmt von äusserst lieblicher Alpengegend. Nach Osten, Süden und Norden vollkommen frei liegend, oder doch nur von wenig bedeutenden, zum Seespiegel sanft sich herabneigenden Höhenzügen begrenzt, wird er im Westen vom 2416 m. hohen Kühnihorn überragt, das bis zu seinem Gipfel vollkommen mit Vegetation überzogen ist. Die Sonne bescheint im Sommer das Wasserbecken fast den ganzen Tag. Nirgends in der Umgebung des Sees ist anstehender Fels sichtbar, eine dichte Pflanzendecke bekleidet die umliegenden, anmuthig gerundeten Erhebungen. Weithin ist das ganze Gebirge aufgebaut aus leicht zerfallendem Bündnerschiefer, der in der Nähe des Sees selbst

viele wolerhaltene Fucoiden umschliesst. Das Seebecken hat bei einer Länge von 200 m. eine Breite von 100 und eine Tiefe von höchstens 3 m. Sein Grund besteht durchwegs aus einem äusserst feinen, graubraunen Schlamm, dem Geröllstücke sozusagen gar nicht beigemischt sind. Wir waren sogar in Verlegenheit, die zur Beschwerung unserer Dredge nöthigen Steine zu finden. Nur am Südufer liegen einzelne Schieferplatten im Wasser. Der See wird, nachdem der Schnee einmal vom Osthang des Kühnihorns gewichen ist, ausschliesslich von Quellen gespiesen, die in der Umgebung entspringen. Das Schmelzwasser, das sich in denselben ergiesst, stammt aus einem eng begrenzten Bezirk, der zudem nirgends die Höhe von 2416 m., 227 m. über dem Seespiegel, überschreitet. Viel weitere Gebiete senden den Seen von Tilisuna und Partnun ihr Schneewasser zu; letzterer speciell erhält starken Zufluss von der 1000 m. höhern Sulzfluh mit ihrem Gletscher und der 750 m. höhern Scheienfluh. Aehnliches lässt sich, in allerdings etwas geringerem Grade, von dem Tilisunersee nachweisen. So stellt sich der See von Garschina auch in dieser Hinsicht bedeutend günstiger. Seine Schmelzwasserquelle ist relativ gering und wird, weil nicht aus so hohen Regionen wie die der beiden andern Lokalitäten gespiesen, viel rascher versiegen. Allerdings bleibt der See von Garschina länger als die zwei andern vom Eis geschlossen, wol in Folge seiner bedeutenden Höhenlage. Dafür wird das seichte Wasserbecken im Sommer viel gründlicher erwärmt. Erst Ende Juni soll die Eisdecke aufthauen; Mitte August betrug die Wassertemperatur Nachmittags 14,5—16° C. Von Lawinen bleibt das Seebecken fast ganz, von Steinschlägen ganz verschont. Die umgebende Vegetation ist reich, und auch im Wasser gedeihen zahlreiche grüne Algen. So wird

die hohe Lage des Sees von Garschina ausgeglichen durch eine Anzahl günstiger Verhältnisse, die auf die Entwicklung der Thierwelt nicht ohne Einfluss bleiben können.

Einen ersten Ueberblick über die gesammelten Thierformen mögen die am Schlusse dieser Arbeit folgenden Tabellen gewähren. Es wurde nach besten Kräften darnach gestrebt, sämmtliche gefundenen Thiere in bekannte Arten einzureihen. So spreche ich denn oft auch nur von Varietäten, wo vielleicht von anderer Seite neue Arten geschaffen worden wären.

Im See von Partnun leben von Fischen *Phoxinus laevis Ag.* und *Cottus gobio, L.*, beide in bedeutender Individuenzahl; letzterer besonders ist nahe dem Ausfluss unter allen Steinen zu finden. Die grossen Hechte und die Forellen, die nach dem Glauben der Thalleute von St. Antönien zahlreich sind, konnten wir nicht nachweisen. An Amphibien beherbergt das Wasserbecken *Rana temporaria, L.* und *Triton alpestris, Laur.* Genaues und oft wiederholtes Nachsuchen liess uns als Uferbewohner zunächst zahlreiche Planarien entdecken. Es handelt sich um die *Planaria abscissa,* zuerst von Ijima beschrieben, und um die *Planaria subtentaculata, Dugès.* Beide leben zusammen unter den grössern Steinen des Ufers. Die Beschreibungen und Zeichnungen von Dugès (8, 9) zeigen deutlich genug, dass die Planarie von Partnun zur Species *Pl. subtentaculata* und nicht zur verwandten *Pl. gonocephala* gehört. Es mag hier noch die

Bemerkung Platz finden, dass dieselbe hübsche und lebhafte Turbellarie in grosser Menge im Brunnen vor dem Gasthaus zur Sulzfluh, dessen Wasser kaum 6° C. überstieg, sich fand. Individuen mit entwickelten Geschlechtsorganen fehlten vollkommen, um so lebhafter ging die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Theilung vor sich. In kurzer Zeit vermehrten sich wenige im Brunntrog zurückgelassene Planarien ganz bedeutend. Die reichliche, aus allen möglichen Abfällen bestehende Nahrung, die zufällig in den Brunnen gelangte, mag diese Theilungsvorgänge wesentlich gefördert haben. Schon Dugès (8, 9) hat übrigens gerade bei dieser Art eine starke Neigung zu ungeschlechtlicher Vermehrung nachgewiesen und seine Beobachtungen sind in jüngster Zeit von Zacharias (72) bestätigt worden. Der letztgenannte Autor fand Quertheilung bei *Planaria subtentaculata*, die einen Bach bei Hirschberg belebte. Ende August aber trat Fortpflanzung durch Eier ein. Das rauhe Alpenklima von Partnun hat also die ungeschlechtliche Vermehrung der Planarien nicht beeinträchtigt; unter günstigen Ernährungsverhältnissen geht sie sogar recht lebhaft vor sich. Wir werden weiter unten sehen, dass dagegen die parthenogenetische Fortpflanzung der Cladoceren von den veränderten Lebensbedingungen in den Alpen stärker beeinflusst wird.

Ein ziemlich häufiger Bewohner des Ufers von Partnun ist *Lumbriculus variegatus O. F. Müll.*, begleitet von einer Saenurisart, die von *S. variegata Hoffm.* höchstens in der Färbung abweicht. Beide Anneliden wurden übrigens durch die Dredge auch aus grössern Tiefen heraufgebracht. *Limnaea truncatula, Müll.*, in zwei verschiedenen Farbenvarietäten, vertritt in jenem hochgelegenen Wasserbecken, mit einigen wenigen Exemplaren von *L. ventricosa, Moq.-Tand.*, die Schnecken.

Aus bedeutenderer Tiefe stammen nur leere Gehäuse beider Arten.

Nahe dem Ausfluss des Sees, in schon etwas stärker fliessendem Wasser, fanden wir einmal die schöne Larve von *Rhyacophila vulgaris, Pictet,* von unserer weitverbreiteten Form der Ebene unterschieden durch reichere Zeichnung und lebhaftere Farbe von Kopf und Prothorax. Die Verwandlung der Larve geht im Hochsommer vor sich. An derselben Lokalität lebte auch eine *Tipula*larve von sehr beträchtlichen Dimensionen. Ein starkes Contingent zur Bevölkerung des Sees von Partnun liefern die übrigen Dipterenlarven. Besonders häufig am Ufer und in der Tiefe lebt das Jugendstadium von *Chironomus plumosus, L.,* dessen erwachsene Form in ganzen Schwärmen die Luft erfüllte. (Meigen, 45.)

Mindestens fünf andere Arten von *Chironomus*larven, jenen „vers polypes", deren Struktur, Lebensweise, Röhrenbau und Verwandlung in so trefflicher Weise schon von Réaumur geschildert worden ist (56, T. V. pl. V. p. 30—39, T. IV. pl. XIV. p. 179—180), konnten in Partnun noch nachgewiesen werden. In der Tiefe leben undurchsichtige, oft lebhaft roth gefärbte, röhrenbewohnende Formen, am Ufer fanden sich durchsichtigere, wenig gefärbte Arten. An der Wasseroberfläche tummelte sich in ziemlich bedeutender Anzahl die Larve einer *Corethra*, die bei unserer mangelhaften Kenntniss vom Zusammenhang der Dipterenlarven und der ausgewachsenen Formen leider ebensowenig bestimmt werden konnte, wie die *Tipula*- und *Chironomus*formen. Theilweise hatten sich die Corethralarven schon zu Nymphen verwandelt, ein Vorgang, der nach Réaumur gewöhnlich in die Monate Juli und August fällt. Vom Ufer bis in alle Tiefen tummelte sich der weit verbreitete kleine Nematode *Dorylaimus stagnalis, Duj.*

Der Reichthum an Hydrachniden war ein ganz beträchtlicher. Aus der Tiefe von etwa zehn Metern brachte der Schlammschöpfer regelmässig eine Menge von Individuen des *Hygrobates longipalpis*, jener Form zu der Könike (41) die von Lebert aus den Tiefen des Genfersees beschriebenen *Campognatha Foreli* und *C. Schnetzleri* zog, zu Tage (13, Matériaux I, IV). Dazwischen tummelten sich einige Exemplare von *Pachygaster tau-insignitus, Lebert.* Mehr an der Oberfläche und am Ufer wurden erkannt *Limnesia histrionica*, *Bruz.*, und eine kleine Art von *Arrhenurus* (40), deren nähere Bestimmung mir einstweilen nicht gelang. In der Tiefe des Sees waren nicht eben selten zwei kleine Pisidien, von denen das eine dem gewöhnlichen *P. fossarinum, Cless.*, das andere wol dem *P. Foreli, Cless.*, anzureihen ist. Immerhin muss hier ausdrücklich bemerkt werden, dass die in Partnun, wie in den beiden andern Seen gefundenen Muscheln nicht als typische Formen, sondern als lokale Varietäten aufzufassen sind. Es hat der Satz von Forel und Clessin (14) seine volle Gültigkeit, dass jeder See seine eigenen Pisidien differenzirt. Auf die Charakterisirung der alpinen Formen werden wir später zurückkommen.

Ziemlich häufig scheint in den tiefern Wasserschichten und auf dem Grunde des Sees zu leben die zierliche und bewegliche *Cypris compressa*, *Baird.*, die schon Zenker (76) in allen klaren Gewässern zu allen Jahreszeiten gefunden und als klügste und lebendigste Cyprisart in Flucht und beim Aufsuchen von Nahrung geschildert hat (siehe auch Liljeborg, 43, p. 112, tab. X). Von den übrigen Entomostraken sind in Partnun in grosser Zahl die Cladoceren *Lynceus quadrangularis, O. F. Müll.*, und *Lynceus sphæricus, O. F. Müll.*, vertreten. Letztere Art wurde in Exemplaren mit gestreifter und

ungestreifter Schale gefangen, während Leydig (42) nur glattschalige, O. F. Müller (46) und Liljeborg (43) nur gestreifte Individuen kennen. Ueber die Fortpflanzungsverhältnisse dieser hochalpinen Crustaceen folgen weiter unten einige Betrachtungen. Während die zwei Lynceusformen nahe dem Grunde in grossen Schwärmen sich aufhalten, bevölkern die oberen Schichten und die Oberfläche zahlreiche Individuen von zwei Arten des Genus *Cyclops.* Die eine, besonders ausgezeichnet durch intensive ziegelrothe Färbung, ist der von Claus (6) beschriebene *C. elongatus*, die andere gehört zum Kosmopoliten *C. tennicornis*, *Cls.* Da wir nicht speciell auf Protozoen fahndeten, fiel uns nur die *Vorticella microstoma, Ehrb.*, in die Hände, die fast sämmtliche Chironomuslarven in zahlreichen Kolonien überzog.

Im ganzen würde sich die bisher festgestellte Fauna des Sees von Partnun aus der ziemlich bedeutenden Anzahl von 32 Arten zusammensetzen, von denen die meisten als durch viele Individuen vertreten bezeichnet werden dürfen. Als auffallend, und für unsere spätern Erwägungen wichtig, wäre jetzt schon zu bezeichnen: Die Abwesenheit von Bryozoen und Amphipoden, die starke Vertretung von Hydrachniden und Dipterenlarven, während Orthoptera, Neuroptera, Hemiptera und Coleoptera ganz, oder fast ganz fehlen.

Viel spärlicher belebt ist der See von Tilisuna. Immerhin muss bemerkt werden, dass die Untersuchung durch die ungünstige Witterung stark beeinträchtigt wurde, und dass so wahrscheinlich die späteren Besuche noch einige Lücken in der faunistischen Liste dieses Wasserbeckens ausfüllen werden. Die Armuth an Arten

und Individuen fiel uns aber doch — besonders im Vergleich zum See von Garschina — vom ersten Augenblick an auf. Von Fischen und Amphibien sind zu erwähnen: *Cottus gobio, L.*, *Phoxinus lævis, Ag.*, und *Rana temporaria, L.*, alle in mässiger Individuenzahl. Am auffallendsten war uns das massenhafte Auftreten von *Fredericella sultana, Gervais*, die in flechtenartigen, weitverzweigten Kolonien fast sämmtliche Steine des Ufers überzog. Die Statoblastenbildung hatte bereits in weitestem Masse begonnen, nicht nur die Stöckchen von *Fredericella* waren mit diesen Dauerkeimen erfüllt, auch im Schlamm, der mit der Dredge heraufgeholt wurde, waren sie zahlreich zerstreut. Der kurze alpine Sommer zwingt die Bryozoen die den Winter überdauernden Statoblasten sehr frühzeitig zu bilden. Am Ufer lebten ausserdem vereinzelte Exemplare von *Limnæa truncatula, Müll.* Unter den Steinen, besonders an der Ausmündung der Zuflüsse, fand sich nicht selten die seiner Zeit von O. Schmidt (61) aufgestellte Art *Planaria polychroa.* Auch *Sænuris variegata* war ziemlich häufig. An Individuenreichthum traten sehr stark hervor zwei Arten von *Chironomuslarven,* von denen die eine als *Ch. plumosus* sich erwies. Die andere, von bedeutender Grösse und prachtvoll roth gefärbt, erfüllte in ungezählten Exemplaren den aus der Tiefe gehobenen Schlamm. Dieselbe Art wurde übrigens auch vereinzelt in Partnun konstatirt. Daneben waren aber auch andere Ordnungen von Insekten vertreten, die Käfer durch den *Hydroporus piceus, O. Heer*, und die Neuropteren durch die Larve von *Phryganea pilosa, Oliv.*, in sehr dunkler Varietät, die in den zahlreichen kleinen und kleinsten Steinchen des Ufers passendes Material zum Bau ihrer leicht gebogenen Gehäuse findet. *Ph. pilosa* ist sonst nach Pictet (53) eher eine Bewohnerin fliessender Gewässer der Ebene.

Die Thatsache aber, dass sie eben zum Gehäusebau kleiner Steinchen bedarf und dass sie Ende Juni sich verpuppt, um Mitte Juli auszuschlüpfen — also ihre Verwandlung gerade in den kurzen Alpensommer fällt — schliesst sie auch von der Fauna hochgelegener, klarer Gebirgsseen nicht aus. *Chironomus*larven und *Hydroporus piceus* waren auch hier wieder von *Vorticella microstoma* überzogen. Von Entomostraken fanden wir unter ähnlichen Verhältnissen wie in Partnun *Cypris compressa, Baird.*, und *Lynceus quadrangularis, O. F. Müll.* Zu ihnen gesellt sich, den See am Ufer, an der Oberfläche und in der Tiefe belebend, noch der *Lynceus acanthocercoides, Fisch.* (Leydig, 42, p. 231—232). Als in der Tiefe wohnend ist zu nennen ein Pisidium, das am passendsten dem *P. nitidum, Jenyns,* angeschlossen werden kann, d. h. also jener Form, von der nach Forel und Clessin (14) auch das *P. Foreli, Cless.* abzuleiten wäre. Erwähnen wir noch den überall vorkommenden *Dorylaimus stagnalis,* so ist vorläufig die siebzehn Arten zählende Liste der Bewohner des Sees von Tilisuna erschöpft. Verhältnissmässige Armuth an Arten und Individuen, daneben starkes Hervortreten einzelner Formen — Bryozoen, Chironomuslarven — charakterisiren diese Thierwelt. Die im Vergleich zu Partnun grössere Mannigfaltigkeit der Insekten wird durch die Armuth der übrigen Thiergruppen und die gänzliche Abwesenheit von Copepoden und Hydrachniden für das Gesammtresultat wieder aufgehoben.

Ein viel bunteres und belebteres Bild als die Seen von Partnun und Tilisuna bietet uns endlich der höchstgelegene, der von Garschina. Schon der erste Blick in

das klare Wasser zeigt uns ein äusserst bewegtes Leben und Treiben. Ganze Schwärme von Flohkrebsen, die von *Gammarus pulex, L.*, nur durch geringfügige Unterschiede abweichen, tummeln sich im seichten Wasser des Ufers. Zahlreiche Larven von *Rana temporaria, L.*, in verschiedenen Entwicklungsstadien, und junge, noch mit den äussern Kiemen versehene Individuen von *Triton alpestris, Laur*, suchen ebenfalls die Ufernähe auf. Zacharias (70) fand im grossen Teich des Riesengebirges Ende August und in den ersten Tagen September zwei noch mit Kiemenbüscheln versehene Larven von Triton alpestris (1218 m.). Die Fische sind wiederum vertreten durch *Cottus gobio, L.*, und *Phoxinus laevis, Ag.* Unter den wenigen Steinen des Ufers leben neben der *Planaria abscissa, Jjima*, zwei Clepsinen, die *Clepsine bioculata, Sav.*, und die *Clepsine marginata, Sav.*, beide eine zahlreiche Brut überdeckend. Die in den See sich ergiessenden Wasseradern, wie überhaupt die Bäche, die vom Kühnihorn herabfliessen, beherbergen *Polycelis nigra, O. F. Müll.*, nach Schmidt (61) für einen grossen Theil von Europa die gemeinste Planarie in nicht zu schnell fliessenden Gewässern. In den Algenwiesen des Sees selbst fand sich vereinzelt dahin kriechend oder schwimmend *Microstoma lineare, Oe.* Dass *Dorylaimus stagnalis, Duj.*, im Schlamme von Garschina häufig ist, braucht kaum speciell hervorgehoben zu werden. Neben ihm leben *Saenuris variegata, Hoffm.*, und der *Lumbriculus pellucidus, Dupl.* Die Individuen der letztern Art sind allerdings kleiner und zählen weniger Segmente als die von Forel (14) und Duplessis (14) aus dem Genfersee beschriebenen, stimmen aber sonst in allen Einzelheiten mit jenen überein. Zur eigentlichen Uferfauna gehört noch die *Limnaea truncatula, Müll.*, während dem Grunde — von einer „Tiefe“ darf hier kaum gesprochen wer-

den — zwei Pisidien entstammen, das gewöhnliche *P. fossarinum, Cless.*, in zahlreichen Exemplaren, und eine mit *P. ovatum, Cless.*, identische oder ihr doch sehr nahe stehende Form. Mehr auf dem Grunde scheint sich in seltenen Exemplaren auch *Pachygaster tau-insignitus, Lebert,* und die *Limnesia histrionica, Bruz.*, zu halten. Von Entomostraken wurden in grosser Menge beobachtet die in den beiden andern Seen verbreiteten *Lynceus quadrangularis, O. F. Müll.*, und *Cypris compressa, Baird.* Daneben treten aber auf lebhaft roth gefärbte Exemplare von *Diaptomus castor, Jurine*, und eine kleine Art von *Cyclops*, nach den Angaben von Claus (6, p. 101–102. Taf. I. IV. XI.) und Liljeborg (43, p. 158. Taf. XV.) der weit im Osten und Norden Europas verbreitete *C. serrulatus, Fisch.*

Dass wol auch die Protozoen in reichem Masse im See von Garschina sich entwickeln, beweisen die zufälligen Funde von grossen Kolonien von *Vorticella microstoma, Ehrb.*, auf *Notonecta lutea, Müll.*, und von *Epystilis plicatilis, Ehrb.*, auf den meisten Exemplaren von *Gammarus pulex.* Derselbe Krebs beherbergte an Kiemenblättern und Beinen fast ausnahmslos das Räderthierchen *Calidina parasitica, Gigl.*, nach Plate (51) überall sein ständiger Begleiter.

Hauptsächlich reich entfaltet sich aber in Garschina das Insektenleben und drückt der Thierwelt des kleinen Wasserbeckens vollends den Charakter einer Teichfauna auf. Diese alpinen Wasserinsekten sind in der Regel ziemlich lebhaft gefärbt. Nur für die Käfer gilt die von Heer (22) aufgestellte Regel von der dunkeln, schwarzen oder braunen Färbung. Heer erklärt bekanntlich die dunkle Farbe der Alpenkäfer durch die Thatsache, dass sie den grössten Theil des Jahres von Schnee bedeckt, vom Licht abgeschlossen leben müssen. Häufig

war eine gelbgrüne *Notonecta* in allen möglichen Entwicklungsstadien. Die jungen Exemplare waren durch zwei rothgelbe Rückenflecke ausgezeichnet. Sie stimmt fast vollständig mit der *N. lutea, Müll.*, überein, die Fieber (12) aus Schweden, Böhmen, Oesterreich und Sibirien anführt. Zwei Arten von *Hydroporus, H. nivalis, Heer*, und *H. erythrocephalus, Heer*, vertreten die Käfer, vier Formen von *Chironomus*larven und die auch in Partnun häufige *Corethra* die Dipteren. Eine ächt alpine Form, die *Perla alpina*, war unter den Steinen der Zuflüsse des Sees von Garschina häufig. In Savoyen soll sie nach Pictet (54) in allen Bächen vorkommen, die nicht direkt von Gletschern ihren Ursprung nehmen. Vom Grunde der Alpenthäler steigt das Thier bis zur Schneegrenze empor; so wurde es von Pictet (54) am Matterhorn noch in 7000′ Höhe gefunden. Das geflügelte Insekt fliegt im Juli und August; wir hatten in Partnun häufig Gelegenheit dasselbe zu beobachten. Eine in Garschina ziemlich verbreitete Ephemerenlarve, die gewöhnlich unter den Steinen lebt, gelegentlich aber auch leicht das Wasser durchschwimmt, scheint, nach Pictet (55), am ehesten der Gattung *Cloë* sich zu nähern. Auch die gewöhnliche *Sialis lutaria, L.*, hat sich in unserem Alpensee eingestellt. Ihre Larven sind an diesem hochgelegenen Standort etwas dunkler und deutlicher gezeichnet als in der Ebene. Die Verwandlung findet im Thal im April, hier wol unmittelbar nach dem Schmelzen der den See überziehenden Eisdecke statt. Damit stimmt, dass die im August gesammelten Larven sämmtlich noch in sehr jungen Stadien sich befanden.

Reich ist der See mit Phryganidenlarven bevölkert. *Phryganea pilosa, Oliv.*, ist auch hier wiederum häufig, doch wird sie an Zahl weit von der *Phryganea ruficollis* übertroffen. Pictet (53) bezeichnet diese letztere als

eine Bewohnerin der kalten und klaren Berggewässer des Faucigny. Dort werden die Gehäuse meist aus longitudinal gestellten Tannnadeln aufgebaut; in Garschina, über der Waldgrenze, werden in ganz genau derselben Weise kurzgeschnittene Grashalme verwendet. Während in tieferen Regionen das geflügelte Thier erst im Oktober erscheinen soll, muss hier der kurze Sommer zur Umwandlung und Befruchtung verwendet werden. Zahlreiche gallertartige Laichmassen, die theilweise schon wieder junge Larven umschlossen, gehörten derselben Art an und bewiesen, dass von einem Theil der Individuen die Metamorphose bereits ganz durchlaufen sei. Endlich ist in der Fauna von Garschina auch die seltene *Phryganea varia, Fab.*, vertreten, deren grosse, schöne und äusserst regelmässig aus gleichlangen, spiralig angeordneten Grashälmchen aufgebauten Gehäuse uns in mehreren Exemplaren in die Hände fielen. Einzelne waren bereits mit einem Deckel versehen, zum Zeichen, dass die Metamorphose begonnen habe. Es fällt dieselbe auch in der Ebene in den Monat August. *Ph. varia* ist nach Pictet (53) eine Bewohnerin von Teichen und Sümpfen.

So wäre denn die Thierwelt von Garschina schon nach den ersten Untersuchungen aus 39 Arten zusammengesetzt, und es ist sicher zu erwarten, dass die Liste in den nächsten Jahren noch bedeutend erweitert werden muss. Unsere Durchforschung des Sees kann nur als eine vorläufige Orientirung angesehen werden. Trotzdem ergab sie einen viel grössern Reichthum an Arten und besonders an Individuen, als in dem viel genauer durchsuchten und bedeutend tiefer liegenden See von Partnun. Alle in den beiden andern Wasserbecken nachgewiesenen Thiergruppen finden sich auch in Garschina und zwar meist in starker und eigenthümlicher Vertre-

tung. Es fehlen nur die Bryozoen, deren Abwesenheit bedingt ist durch den Mangel an Geröll und Steinen, auf denen sich die Kolonien festsetzen könnten. Dagegen treten neu auf: Rotatorien, Hirudineen, Amphipoden, Hemipteren, Orthopteren, und in zahlreichen Formen die in Partnun und Tilisuna fast ganz fehlenden Neuropteren und Coleopteren.

Im Lünerseee konnten wir einstweilen bloss nachweisen: *Planaria abscissa, Jjima,* und *Chironomus spec.*

So liegt uns denn wirklich ein erster Beweis vor, dass in den drei einander so nahe gelegenen, aber so verschiedene äussere Verhältnisse bietenden Seen auch die Thierwelt eine wesentlich verschiedene ist. Es wird die faunistische Liste für die drei Wasserbecken durch unsere künftigen Untersuchungen noch manche Modification erleiden, dass aber der heute so stark hervortretende Unterschied gänzlich verwischt werde, ist nicht zu erwarten.

Für alle drei Lokalitäten wurden von 61 Formen bis jetzt nur 9 Arten als gemeinsam nachgewiesen. Es sind dies: *Vorticella microstoma, Dorylaimus stagnalis, Saenuris variegata, Lynceus quadrangularis, Cypris compressa, Limnaea truncatula, Cottus gobio, Phoxinus laevis, Rana temporaria.* Je zwei der Seen sind gemeinsam 9 weitere Formen; und zwar finden sich in Partnun und Tilisuna gleichzeitig nur 2 Arten: *Chironomus plumosus* und *Ch. spec.* Mehr Aehnlichkeit in der Fauna zeigt Partnun und Garschina; folgende 6 Arten kommen an beiden Orten vor: *Planaria abscissa, Limnesia histrionica, Pachygaster tau-insignitus, Corethra spec., Pisidium fossarinum, Triton alpestris.* Endlich findet sich zugleich in Tilisuna und Garschina *Phryganea pilosa.*

Man könnte aus den letzten Zahlen schliessen, Tilisuna stehe in Bezug auf die Fauna am isolirtesten da, doch braucht man sich nur daran zu erinnern, dass mehr als die Hälfte seiner Thierformen auch in den beiden andern Seen lebt, um von diesem Schluss zurückzukommen. Wichtiger ist es, die Zahl der für jede Lokalität typischen Thierformen zu ermitteln.

Partnun zählt deren 15: *Planaria subtentaculata, Lumbriculus variegatus, Lynceus sphaericus, Cyclops tenuicornis, C. elongatus, Hygrobates longipalpis, Arrhenurus spec., Rhyacophila vulgaris, Chironomus,* 4 spec., *Tipula, spec., Pisidium Foreli, Limnaea ventricosa.*

Tilisuna besitzt: *Planaria polychroa, Lynceus acanthocercoides, Hydroporus piceus, Pisidium nitidum* und *Fredericella sultana,* also 5 Arten.

In Garschina allein finden sich 23 Formen: *Epistylis plicatilis, Calidina parasitica, Microstoma lineare, Polycelis nigra, Clepsine bioculata, Cl. marginata, Lumbriculus pellucidus, Cyclops serrulatus, Diaptomus castor, Gammarus pulex, Perla alpina, Cloë, spec., Sialis lutaria, Phryganea varia, Ph. ruficollis, Notonecta lutea, Hydroporus nivalis, Hydroporus erythrocephalus, Chironomus,* 4 spec., *Pisidium ovatum.*

So steht denn der See von Garschina in Bezug auf seine thierische Bevölkerung weitaus am selbständigsten da. Er beherbergt nicht nur die an Arten und Individuen reichste, sondern auch die von den andern Lokalitäten durch ihre Zusammensetzung am stärksten abweichende Fauna. Fast sämmtliche gefundenen Formen sind, wie wir noch auseinanderzusetzen haben werden, weitverbreitete Arten, treten aber in den drei einander so nahe liegenden Seen in ganz verschiedener Gruppirung auf, so dass grosse lokale Variationen entstehen. Es wird sich nun fragen, welches die äussern lokalen Bedingungen sind, die jenes verschiedene Auftreten und

jene verschiedene Zusammensetzung der Fauna bewirken, und warum gerade der höchstgelegene See an Reichthum des Thierlebens die andern überragt. Eine ganze Anzahl günstiger Factoren treten zusammen, um im See von Garschina die Entfaltung eines reichen Thierlebens zu gestatten. Der Umstand, dass das Wasserbecken seicht und der Sonne stark ausgesetzt ist und dabei nur relativ geringe Mengen von Schmelzwasser zugeschickt erhält, erlaubt nach dem langen Winter eine rasche und ausgiebige Durchwärmung des Sees. Mit der verhältnissmässig hohen Temperatur des Wassers ist eine erste und wichtige Bedingung zur gedeihlichen Entwicklung der Fauna gegeben. Die lebhafte Fortpflanzungsthätigkeit, der grosse Reichthum an Individuen dürfte in directer Beziehung zu diesen Verhältnissen stehen. Auch wird es so manchen Bewohnern der warmen Teiche der Ebene — Clepsinen, Notonecten — ermöglicht, im Alpensee sich anzusiedeln. Weder Stein- noch Lawinenschläge stören die sich entwickelnde Lebewelt. Die Temperatur des Wassers wird nicht herabgesetzt durch in den See stürzende Schneemassen. In dem kleinen Wasserbehälter finden nun die thierischen Wesen verhältnissmässig mannigfaltige Wohnstellen. Allerdings besteht der Untergrund fast überall aus feinem Schlamm, in dem sich die Anneliden, Anguilluliden, Pisidien und Dipterenlarven, besonders die Röhrenbauer unter ihnen, wohl befinden werden. Aber auch die vereinzelten Schieferplatten des Südufers bieten zahlreichen Wesen Unterkunft. Ihre Unterfläche ist dicht bevölkert mit Clepsinen, Planarien und Sialislarven. Andere wieder finden eine ihnen zusagende Heimstätte unter den Steinen der raschfliessenden, in den See sich ergiessenden Quellbächlein. Zu dieser Kategorie gehören *Polycelis* und *Perla*. Endlich halten sich zahlreiche Thiere in den üppigen Algen-

wiesen auf; dort leben Microstomen, Insektenlarven und manche Crustaceen; auch Fische und Amphibienlarven suchen die Nähe der Sauerstoff spendenden Pflanzen auf. Der flache, sonnige Ufersaum bietet Limneen, Flohkrebsen und Wasserkäfern passende Wohnungsbedingungen. Die Entomostraken schwimmen entweder in der Mitte des Sees im freieren Wasser, oder halten sich endlich mit den Hydrachniden auf der Oberfläche des sandigen Grundes. So wird der See von Garschina in seiner geringen Ausdehnung allen möglichen Ansprüchen in Bezug auf Wohnungsverhältnisse gerecht.

Mit der hohen Wassertemperatur und der geringen Tiefe steht in enger Beziehung die Entwicklung einer reichen Algenvegetation und damit ist eine weitere wichtige Bedingung zum Aufblühen thierischen Lebens erfüllt. Nicht nur wird im See selbst eine reiche Sauerstoffquelle eröffnet, sondern es wird auch eine stärkere Vertretung von pflanzenfressenden Thieren ermöglicht. Das fleischfressende Raubthier spielt sonst in den höheren Gebirgslagen eine grosse Rolle. Heer (26) führt unter seinen 32 hochalpinen Thieren 24 Raubthiere auf. Auch in den Alpenseen finden wir meist Fleischfresser. Pflanzenfressend sind nach Pictet (53) z. B. die Phryganeenlarven, wenn sie auch gelegentlich Fleischnahrung nicht verschmähen. Auf ihre reiche Vertretung in Garschina ist hingewiesen worden. So wird die Fauna durch das Hinzutreten neuer Elemente mannigfaltiger gemacht. Uebrigens können diese Larven während langer Monate hungern, was sie wohl noch besonders geeignet macht, den Winter des Hochgebirges zu überstehen. Sie gehen nach Pictet (53) die Metamorphose auch nach recht langer Hungerkur noch ein. Garschina bietet spät fliegenden Köcherfliegen alle nöthigen Lebensbedingungen. Die reiche Vegetation der Ufer ermöglicht es sogar

Arten wie *Phryganea varia* und *Ph. ruficollis*, die ihre Gehäuse aus Pflanzenbestandtheilen aufbauen, sich in jener Höhe anzusiedeln. Im See von Tilisuna, der von einer weit spärlicheren Vegetation umsäumt wird, lebt dagegen nur die steinerne Röhren bauende *Ph. pilosa*.

Neben vegetabilischer Nahrung, die im See oder an dessen Ufern wächst, ist für thierische Nahrung in Hülle und Fülle durch die an Individuen so reiche Fauna selbst gesorgt. Auch Insekten der Ebene werden durch den Wind leicht in das fast von allen Seiten offene Wasserbecken getragen, um dessen Bewohnern zur willkommenen Beute zu fallen.

Nicht nur die Temperatur- und Wohnungsbedingungen, sondern auch die Ernährungsverhältnisse müssen also in Garschina als günstige bezeichnet werden.

Endlich wird ein Import von Thieren in das leicht zugängliche, offene Wasserbecken nicht zu den Seltenheiten gehören. In seiner offenen Lage hat der See von Garschina gewiss manches voraus vor dem von Tilisuna, oder gar vor dem in tiefe Felsschranken eingezwängten Partnunersee. Neben der Einfuhr von Crustaceeneiern wird es sich hauptsächlich um leicht geflügelte Insekten, Orthopteren, Neuropteren, Coleopteren und Dipteren handeln, die vom Luftstrom ergriffen und in die Höhe getragen werden. Man findet solche verirrte Thiere ja zahlreich genug auf allen Gletschern und Schneefeldern. In einen günstig gelegenen Alpensee getragen, der die nöthigen Existenzbedingungen bietet und dessen Ufer noch eine genügende Vegetation aufweisen, werden manche Insekten der Ebene an die neuen Verhältnisse sich gewöhnen. So erklärt sich wohl theilweise der Reichthum von Garschina an leicht geflügelten Insekten.

Man könnte nun einwenden, dass alle die zur Entwicklung einer reichen Fauna so günstigen Factoren zum

Theil wenigstens aufgehoben werden durch den strengen Winter, der eine längere Dauer hat als in Tilisuna oder Partnun.

Hier erhebt sich die allgemeine Frage, wie verhält sich die Thierwelt der Seen, speciell der hochgelegenen Gebirgsseen, während des langen Winters, d. h. während des grössten Theiles des Jahres. Unsere Beobachtungen über diesen Gegenstand sind noch lückenhaft, erlauben uns aber immerhin einige Schlüsse von Bedeutung zu ziehen. Gewisse Thiergruppen wie Bryozoen und Cladoceren überstehen die kalte Jahreszeit in Form von Dauerstadien — Statoblasten, Wintereiern —, andere, hauptsächlich Mollusken und Würmer, suchen sich durch Verkriechen im Schlamm vor der Kälte zu schützen. Im Ganzen aber scheint das thierische Leben auch unter der winterlichen Eisdecke fast unvermindert fortzubestehen. Die Lebensbedingungen werden allerdings andere sein; im überfrorenen See wird beinahe vollkommene Ruhe des Wassers herrschen, die Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft ist abgeschnitten; doch sind die eingetretenen Veränderungen nicht stark genug, um das Thierleben zu unterbrechen. Forel (14) machte im Winter 1879 Sondirlöcher auf dem seit 45 Tagen zugefrorenen Murtensee; eine Menge von Entomostraken näherten sich den Oeffnungen, wohl um das an Sauerstoff reiche Wasser zu geniessen. Nordquist (48) konstatirte unter dem Eis des Lojo- und Kallavesisees in Finnland Corethra- und Chironomuslarven, sowie zahlreiche Crustaceen. Besonders wichtig aber sind für uns die Angaben von Imhof (32). Im See Cavloccio (1908 m.) fand sich eine an Individuen reiche Fauna, sowohl im August, als im December unter einer doppelten Eisdecke. Die Untersuchung des zum grossen Theil noch zugefrorenen Diavolezzasees (2579 m.) ergab

das Vorkommen einer Turbellarienart und von Insektenlarven. Der Seelisbergersee (753 m.) beherbergte am 12. Januar 1884 unter einer Eisdecke von ansehnlicher Dicke eine hervorragende Individuenzahl, im Klönthalersee wurden unter denselben Verhältnissen zahlreiche Daphniden und Cyclopiden gefunden (828 m.) Aehnliches wäre vom Lac des Brenets, sowie von den Seen bei St. Moritz, Silvaplana und Sils anzuführen. Im Campfèrsee (1793 m.) war der Thierreichthum im December und Januar grösser als im August. Imhof ist sogar geneigt anzunehmen, dass ein frühzeitiges Zufrieren der Gebirgsseen von Bedeutung für die Erhaltung der Fauna während des Winters sei.

Die Eisdecke soll der Thierwelt gewissermassen Schutz vor der Unbill der Witterung bieten. Es wird in dieser Hinsicht von Interesse sein, die Thierwelt der Sulzfluhseen nach verschieden strengen Wintern zu untersuchen.

Von einem Erlöschen des Lebens im zugefrornen Bergsee kann also kaum die Rede sein; es dauert dasselbe vielmehr recht kräftig fort. Das frühe Eintreten des Winters in Garschina wird ohne grossen Einfluss auf die Zusammensetzung der Fauna bleiben, sobald nur im Hochsommer, zur Fortpflanzungszeit, das Wasserbecken rasch und genügend durchwärmt wird.

Es wird nun kaum nöthig sein, die Analyse der Thierwelt der beiden andern Sulzfluhseen von den beim See von Garschina beobachteten Gesichtspunkten aus in alle Einzelheiten durchzuführen. Beim Partnunersee wirken zum vornherein ungünstig die oben berührten und erklärten Temperaturverhältnisse und seine abgeschlossene und gleichzeitig schattige Lage. Von den Insekten sind denn auch einzig die in allen Gewässern

der Ebene und des Gebirges häufigen Zweiflügler stark vertreten.

Die zahlreichen Planarien finden passende Wohnung unter dem in Menge auftretenden Geröll. Die Schlammbewohner sind entsprechend der Grundbeschaffenheit seltener als in Garschina, für Angehörige der Fauna seichter und warmer Teiche finden sich ebenfalls nicht die gewünschten Bedingungen.

Der relative Reichthum an Mollusken steht vielleicht mit dem hohen Kalkgehalt des tief in Kalkgebirge eingebetteten Wasserbeckens in Beziehung. Schwerer zu erklären ist der Ueberfluss an Hydrachniden und der Mangel von Bryozoen, die doch hier die nöthige feste Grundlage zum Aufbau ihrer Stöcke überall finden würden. Die vorkommenden Crustaceen sind meist Kosmopoliten. Niedrige Temperatur, Abgeschlossenheit, Stein- und Lavinenschläge, nur mässige Bewachsung der Ufer dürften die Hauptmomente sein, die die Thierwelt des Sees von Partnun an Individuen- und Artenzahl unter diejenige des tausend Fuss höher gelegenen Sees von Garschina stellen. Wohnungs- und theilweise Ernährungsverhältnisse — Pflanzenwuchs im See selbst — sind dagegen noch ziemlich günstig.

Die offene Lage des Sees von Tilisuna, sowie der Umstand, dass seine Ufer einen ziemlich dichten Pflanzenteppich tragen, gestatten die Entfaltung eines etwas mannigfaltigeren Lebens von Wasserinsekten als in Partnun. Auch die höhere Temperatur des von der Sonne besser beschienenen Wasserbeckens wird der Fauna günstig sein. Dem treten aber feindlich entgegen der fast gänzliche Mangel von grüner Algenvegetation im Wasser selbst und die Einförmigkeit des Untergrundes. Die denselben bildenden Geröllstücke geben wohl Schlupfwinkel für die Planarien und solide Fixirungspunkte

für die Bryozoen ab, gestatten aber nicht die Entfaltung einer reichen schlammbewohnenden Thierwelt. Die Armuth an Mollusken mag ihre Erklärung in der Lage des Sees am Rande des kalkarmen, kristallinischen Gebirges finden. Von den Crustaceen sind wieder Kosmopoliten vorhanden, allerdings begleitet von der nicht gewöhnlichen Form *Lynceus acanthocercoides, Fisch.* Entomostraken gehören eben, wie wir sehen werden, zu den konstantesten und weit verbreitetsten Bewohnern der verschiedenartigsten Gebirgsseen. Sie scheinen sich viel leichter an alle möglichen äusseren Bedingungen anzugewöhnen als andere Thiergruppen. Für den See von Tilisuna dürfte die Untersuchung der nächsten Jahre noch einige Bereicherung der faunistischen Liste bringen.

Der Reichthum der Thierwelt kleiner Alpenseen ist bis zu bedeutender Höhe an Arten und Individuen ein relativ grosser. Er nimmt nicht stufenweise von unten nach oben ab, wie dies etwa behauptet worden ist. Es können vielmehr eine Reihe von günstigen Factoren sich combiniren, um in höhergelegenen Seen das Thierleben reicher zur Entfaltung zu bringen als in tieferliegenden. Je nach den herrschenden äussern Umständen können sich nahe liegende Seen eine sehr verschiedene Bevölkerung aufweisen. Die Bewohner der Hochgebirgsseen sind allerdings meist weitverbreitete Formen, doch gruppiren sich dieselben unter dem Druck der äussern Verhältnisse in sehr verschiedener Weise zu Lokalfaunen.

Bestimmend sind in erster Linie Nahrungs-, Wohnungs- und Temperaturverhältnisse; sodann die geologische und topographische Lage des Wasserbeckens,

die Entwicklung der Flora im und am See, seine Lage in Bezug auf Lawinen- und Steinschläge, der Kalkgehalt des Wassers.

Weniger Bedeutung scheinen die Tiefenverhältnisse zu haben; in den kleinen Wasserbecken der Alpen kann zwischen littoraler und Tiefenfauna kaum eine Grenzlinie gezogen werden.

Es erübrigt nun noch einen Blick zu werfen auf die Verbreitung der gefundenen Thierformen und speciell auf ihr Vorkommen in Seen der Alpen und anderer Gebirge, soweit dies nicht schon im vorhergehenden gethan worden ist. Die in der Ebene weitverbreitete *Epistylis plicatilis, Ehrb.*, oder eine nahe verwandte Art ist von Asper (1, 2, 3) ausser in manchen tiefer gelegenen Seen auch in demjenigen von Silvaplana (1794 m.) gefunden worden; es überzog das Infusorium hauptsächlich die Fredericellenkolonien. Ueber das Vorkommen der *Vorticella microstoma, Ehrb.*, in hochgelegenen Wasserbecken fand ich keine Angaben. Pavesi (49) erwähnt aus dem Lago Ritom (1829 m.) eine Art von *Vorticella,* Imhof (31) eine andere aus bayrischen Seen von 600—664 m. Höhe. Derselbe Autor kennt eine *Vorticella* und *Epistylis* auch aus den Savoyerseen, lac du Bourget und d'Annecy (27), sowie *Vorticella* spec. aus einigen österreichischen Wasserbecken, wovon das höchste, der Gosausee, bei 908 m. liegt (34). Forel (13, Mat. I.) fand *Epistylis-* und *Opercularia*-Formen auf Tiefseecrustaceen des Genfersees.

Calidina parasitica, Gigl., ist in höhern Regionen noch nicht beobachtet worden. Doch scheinen die Calidinen überhaupt sehr resistenzfähig zu sein; schon Ehrenberg (11) fand in 3334 m. Höhe drei Arten von C.

Microstoma lineare ist bis jetzt nicht als Bewohner eigentlicher Hochgebirgsseen verzeichnet worden. Es findet sich das Thierchen nach v. Graff (20) weit verbreitet in stehenden Süsswassertümpeln, im Winter sogar unter dem Eis. Am Ufer und in der Tiefe des Genfersees ist es nach Forel (13, Mat. série VI. 14) stark vertreten. Duplessis (10) gewann es vor Ouchy aus einer Tiefe von 150 m. Allerdings weicht die Tiefseeform etwas von der littoralen ab. Auch im schottischen See Lochend ist *M. lineare, Oest.*, nachgewiesen worden (20). Eine richtige Gebirgsform dagegen ist *Planaria abscissa.* Von Jjima zuerst in einem Bache bei Marienthal in Thüringen entdeckt, wurde der Strudelwurm später von Zacharias (70) im kleinen Teich des Riesengebirgs nachgewiesen. Der an Turbellarien überhaupt sehr reiche See liegt in einer Höhe von 1168 m. (73).

Auch einen in der Nähe gelegenen Graben mit fliessendem Wasser von 4° R. bewohnte dasselbe Thier. (Höhe 1368 m.) (70). In der Schweiz wurde die Planarie beobachtet von Imhof (30, 32) in der Uferzone des Lej Sgrischus in einer Höhe von 2640 m., im See Cavloccio, 1908 m., und Prünas 1780 m., sowie im Lago d'Emet, 2100 m. (33). Vielleicht gehören die von Asper (4) im Lago Ritom gefundenen Planarien ebenfalls hieher. Die in der Ebene häufige *Planaria polychroa, O. S.*, ist wohl noch nie in Alpenseen aufgefunden worden. Ueber das Vorkommen von *Polycelis nigra O. F. Müll.*, und *Planaria subtentaculata, Dugès, (= Dendrocoelum fuscum, Stimps.)* haben wir bereits einiges mitgetheilt. Beide Formen waren bis jetzt aus den Alpen nicht bekannt. Die letztere Art findet sich ausser im Riesengebirge (75) auch am Ufer und in der Tiefe des Genfersees. (13, Mat. VI).

Dorylaimus stagnalis, Duj., ist überall gemein. Dup-

lessis (10) kennt ihn aus allen Tiefen des Genfersees, ebenso Forel (13, Mat. VI., 14). Seine Gegenwart in hochgelegenen Seen wird allerdings nirgends ausdrücklich erwähnt, doch darf vielleicht die von Imhof (32) im Lej Sgrischus (2640 m.) und im Seealpsee (1142 m.) gefundene Anguillulide hieher gezogen werden. Derselbe Autor führt Anguilluliden aus tiefer gelegenen, österreichischen Südwasserbecken an (34).

Die höchsten Standorte für Clepsinen, die bis jetzt bekannt waren, sind der Lac de Joux (1009 m.) (14) und der von Brandt (5) untersuchte Goktschaisee in den armenischen Alpen (6340′).

Die an diesen Lokalitäten gefundenen Exemplare sind nicht näher bestimmt worden. In den Gewässern der Ebene sind die Clepsinen bekanntlich häufig. (13, Mat. III., 14).

Arten von *Tubifex (Saenuris)* wurden von Forel (13, Mat. III., VI., 14, 15, 16) im Genfersee, in den Savoyerseen, im Neuenburger- und Bielersee gefunden; ähnliches erwähnt Asper (3) aus dem Zürchersee. Auch aus dem Lac de Joux und aus dem Starnbergersee sind derartige Vorkommnisse bekannt (14).

Die Tiefseeform von *Saenuris variegata, Hoffm.*, unterscheidet sich im Genfersee nicht von den littoralen Exemplaren (14). Auch der See von Hincowy in der hohen Tatra wird nach Wierzejski (69) von einem *Tubifex* bewohnt (1966 m.) Imhof (32) meldet sein Vorkommen aus dem Seealpsee (1142 m.) Kaum minder verbreitet als Formen von *Saenuris* sind solche von Lumbriculus, doch fehlt leider auch hier sehr oft eine genügende Bestimmung. Asper (1, 2) erwähnt hieher gehörende Würmer aus den meisten von ihm untersuchten Seen; darunter befinden sich der hochgelegene Klönthalersee (804 m.), sowie der Engadinersee von

Sils (1796 m.). In den Gotthardseen kommt nach demselben Autor (4) ebenfalls ein *Lumbriculus* vor (2114 m.) Dass *Lumbriculus* im Genfersee (Mat. VI.) und im Zürchersee nicht fehle, war zu erwarten (3).

Der zierliche *Lumbriculus pellucidus, Dupl.*, wird von Duplessis (10) verzeichnet aus allen Tiefen und Lokalitäten des Genfersees, dann von Neuenburg, Zürich, Zug, Luzern, Wallenstadt, Como, Lugano, endlich aus dem Aegeri-, Klön-, Silser- und Silvaplanersee.

Ueber die Entomostraken der Gebirgsseen, speciell über ihre Verbreitung, existirt eine lange Reihe von Aufzeichnungen; leider sind die Bestimmungen der gesammelten Formen oft nicht, oder nur theilweise durchgeführt, so dass das aufgehäufte Material an Werth verliert.

Die erste Nachricht vom Vorkommen von Cladoceren in Alpenseen verdanken wir P. E. Müller (47), der *Bosmina longispina* im See von St. Moritz fand (1776 m.). *Lynceus quadrangularis, O. F. Müll.*, scheint im Ganzen eher eine verbreitete Form der Ebene zu sein. Lutz (44) erwähnt sie als sehr häufig in der Umgebung von Bern. Duplessis (10) und Forel (13, Mat. I., IV., 14) melden sie als Bewohnerin verschiedener Tiefen des Genfersees. Doch steigt das Thierchen auch in's Gebirge. Es wurde von Fric (19) aufgefunden im Böhmerwald, von Imhof (32) im Lej Sgrischus (2640 m.). Eine grössere Rolle im Gebirge spielt der *Lynceus sphæricus, O. F. Müll.* Nach Leydig (42) ist er überhaupt allenthalben auch in langsam fliessenden Gewässern die gemeinste Form. Dies bestätigt Lutz (44) für die Umgebung von Bern; doch hat ihn derselbe Autor auch in den Gotthardseen und auf dem Giacomopass gefunden (2400 m.). Andere Gebirgsstandorte wurden für diese Art nachgewiesen durch Fric (19) in den meisten Böh-

merwaldseen, von Wierzejski (69) in den Seen der hohen Tatra (bis 1966 m.), durch Richard (57) in den Seen von Montcineyre und Bourdouze in der Auvergne und von Zacharias (70) im Riesengebirge (1368 m.). Auch diese Form ist häufig im Genfersee (13, Mat. I., III.). Seltener als die beiden vorhergehenden tritt der *Lynceus acanthocercoides*, von Fischer (42) in Russland entdeckt, auf. Ein Gebirgsfundort dieser Art ist mir nicht bekannt; im Genfersee gehört sie zur littoralen Fauna. *Lynceus*arten ohne nähere Bestimmung wurden gefunden von Asper (1, 2, 3) im Zürcher- und Vierwaldstättersee, von Forel (14) im Neuenburger- und Untersee, von Fric (19) in den Böhmerwaldseen, von Imhof (34) im österreichischen Offensee (651 m.) Der letztgenannte Autor (31, 32) giebt überdies eine Reihe von Fundorten in den Alpen an, so den Laaxersee (1020 m.), den God Surlej (1890 m.), den See am Weissenstein (2030 m.), den See Viola (2163 m.), den von Gravasalvas (2378 m.), die Wasserbecken von Motta rotonda (2470 m.) und Palü (1993 m.). Lutz (44) macht im Allgemeinen darauf aufmerksam, dass die obere Grenze für die Cladoceren sehr hoch liege, wahrscheinlich so hoch als es stehende Gewässer gebe, die nicht direct durch schmelzende Eis- und Schneemassen gebildet werden, und dass an dieser obersten Grenze dieselben Arten wie in der Ebene sich finden.

Ueber die Ostracoden der Gebirgsseen sind wir noch wenig aufgeklärt. Die Form unserer Sulzfluhseen, *Cypris compressa, Baird,* wurde mit Sicherheit nur beobachtet von Wierzejski (69) in den Seen der hohen Tatra. Asper (1, 2, 3) fand *Cypris*arten in den meisten von ihm untersuchten Gewässern, doch nicht in eigentlichen Alpenseen. Dagegen berichtet Brandt (5) über Ostracoden aus den hochgelegenen Seen von Goktschai

(6340') und Tschaldyrgöl (6522') in Armenien. Als höchster Fundort einer nicht näher bestimmten Cypride ist wohl der von Imhof (32) durchforschte Lej Sgrischus (2640 m.) anzuführen. Daran schliessen sich drei andere Seen Graubündens, Silser, Nair und Cavloccio (1796, 1860, 1908 m.). Der Vollständigkeit wegen müssen noch genannt werden im Seealpsee (1142 m.) gefundene Ostracoden (32), sowie eine *Cypris*art aus dem lac du Bourget (27), und eine weitere aus dem Seelisbergersee (32), (753 m.).

Der in Partnun häufige und in der Ebene nach Claus (6) weit verbreitete *Cyclops tenuicornis, Cls.* (siehe auch Forel: 14) bewohnt nach Zacharias (71) einige Lokalitäten im Riesengebirge: die Seefelder (2300'), die beiden Isermoore (2400' und 2593'), den kleinen Koppenteich (3600'), den Grossteich zu Buchwald. Auch in den Seen der hohen Tatra fehlt das Thierchen nicht (69). Einen vorher bekannten alpinen Fundort von *C. tenuicornis* konnte ich nicht nachweisen. Ebensowenig ist mir ein Gebirgsstandort von *Cyclops elongatus, Cls.*, — ausser in Partnun — bekannt. Vielleicht gehören zu dieser Art die von Asper (1, 2) im Silsersee gefangenen, durch grosse Oeltropfen roth gefärbten Cyclopiden. Ein ächter Gebirgsbewohner dagegen ist *Cyclops serrulatus, Fisch.* Pavesi (49) kennt ihn aus dem Lago di Alleghe (976 m.) und dem Lago Ritom (1829 m.), Wierzejski (69) aus den Seen der Tatra, Fric (19) aus dem Stubenbachersee im Böhmerwald. Auch im Riesen-, Glatzer- und Isergebirge ist er nicht selten (70, 71). Der Genfersee beherbergt ihn ebenfalls in grosser Zahl (13, Mat. III, 14).

Von den äusserst zahlreichen Gebirgsseen, in denen nicht näher bestimmte Cyclopsformen nachgewiesen worden sind, brauche ich nur einige für uns wichtigere her-

vorzuheben. Es wären das zunächst 17 von Imhof (34) durchsuchte österreichische Seen in einer Höhenlage von 422—930 m.; in den meisten leben gleichzeitig Diaptomusarten. Ebenso konstant ist *Cyclops spec.* und *Diaptomus spec.* in den bairischen Seen von 600—800 m. Höhe (31).

Auch in der Schweiz findet Imhof (31, 32, 29) fast überall unbestimmte Arten dieser zwei Gattungen. Die höchsten Fundstellen sind der Lej Lunghino 2480 m., Gravasalvas 2378 m., Nair 2456 m., Motta rotonda 2470 m., Margum 2490 m., Materdell 2500 m., Tscheppa 2624 m., Sgrischus 2640 m., Furtschellas 2680 m., Prünas 2780 m., Tempesta 2500 m. Meist kommen Vertreter beider Genera, seltener nur des einen vor.

Ausser dem Kanton Graubünden wäre eine lange Reihe von Alpenseen in diese Liste aufzunehmen. *Diaptomus* und *Cyclops* gehen mit am höchsten in die Alpen hinauf. In den Vogesen beleben Cyclopiden ebenfalls die hochgelegenen Wasserbecken Lac vert, 980 m. und Lac blanc, 1054 m. (36, 37). Einen *Diaptomus* von zinnoberrother Farbe hat auch Zacharias (74) in den Kraterseen der Eifel entdeckt, und ebenso ist nach Brandt (5) eine carmoisinrothe Cyclopide das häufigste Thier im armenischen See Goktschai (6340').

So kann es uns denn nicht verwundern, dass der in weiter Verbreitung häufige *Diaptomus castor, Jur.*, auch in den Gebirgsseen vertreten ist. Im Genfersee tritt er als littorales, pelagisches und Tiefseethier auf (13, Mat. III., IV., 14). Pavesi (49) fand ihn in einer Höhe von 1829 m., im lago Ritom, Asper (3) traf ihn in fast allen untersuchten Seen. In den Böhmerwaldseen ist er ebenfalls verbreitet und soll sich dort, besonders im schwarzen See, durch eine lebhaft rothe Farbe auszeichnen. Das stimmt auch mit den von Richard (57,

58) in den Seen der Auvergne gemachten Erfahrungen. Allerdings sind dort nur die nahe dem Ufer lebenden Exemplare von *D. castor* gefärbt, während die mehr in der Mitte sich aufhaltenden farblos bleiben. Dass unsere Exemplare von Garschina stark pigmentirt waren, ist schon bemerkt worden.

Der gemeine *Gammarus* pulex L. wurde von Asper (1, 2) im Silser- und Silvaplanersee, von Brandt (5) in den wiederholt genannten armenischen Alpenseen beobachtet.

Bei den Hydrachniden stossen wir auf das merkwürdige Verhältniss, dass in den kleinen, hochgelegenen Alpenseen einige Formen auftreten, die wir in der Ebene als Bewohner der grossen Seetiefen kennen. *Hygrobates longipalpis, Könike,* geht im Genfersee nach Duplessis (10) bis 300 m. tief, *Pachygaster tau-insignitus, Lebert,* findet sich nach demselben Autor in einer Tiefe von 45 m. Asper (3) kennt die nämlichen Arten aus dem Zürcher- und Zugersee bei 60 m. Tiefe. Auch Forel giebt für *H. longipalpis* eine Tiefenzone von 25—300 m. an (13, Mat. I., IV., VI., 14, 17), wärend *P. tau-insignitus* 15—50 m. tief leben soll. In der Oberflächen- oder Littoralfauna hat besonders die letztgenannte Form keine Verwandten. In den Savoyerseen fand sich *Hygrobates longipalpis* (15, 16) als Tiefenbewohner, ebenso im Bodensee. Littoral dagegen ist die *Limnesia histrionica, Bruz,* (14) und im Allgemeinen auch die *Arrhenurus*arten. Es hat nun schon Haller (21) darauf hingewiesen, dass *Limnesia histrionica* und *Hygrobates longipalpis* am höchsten ins Gebirge steigen. Beide erhielt der genannte Autor aus den Faulhornseen (2154 und 2335 m.). *H. longipalpis* ist das in der Schweiz fast am häufigsten in den Seetiefen lebende Thier. Es fehlt aber auch nicht ganz in kleineren, seichteren Tümpeln der Ebene. Za-

charias (71, 75) hat *H. longipalpis, P. tau-insignitus, L. histrionica* und *Arrhenurus emarginator* an verschiedenen Punkten im Glatzer-, Iser- und Riesengebirge nachgewiesen. Von *Pachygaster* und *Arrhenurus* kenne ich ausser den Sulzfluhseen keine Hochgebirgsfundorte. Brandt (5) erwähnt nicht näher bestimmte Hydrachniden aus den armenischen Alpenseen, Imhof (32) eine Form aus dem Lej Sgrischus (2640 m.) und dem Seealpsee (1142 m.), Zacharias (70) aus dem kleinen Teich im Riesengebirge (1168 m.).

Ueber die Verbreitung von *Perla alpina, Pictet,* ist bereits berichtet worden. Perlidenlarven hat Asper (1, 2) im Silsersee gefunden, ohne sie indessen näher zu bestimmen. Ueber das Vorkommen von *Cloë*larven in Alpenseen waren keine Angaben zu ermitteln; Asper (1, 2) spricht von Ephemerenlarven im Klönsee (804 m.). *Sialis*larven in grosser Zahl beobachtete Imhof (32) im See von Gravasalvas (2378 m.). Ob sie mit denjenigen von Garschina identisch sind, ist fraglich. Ausser dem über die Verbreitung der Phryganiden schon mitgetheilten darf angeführt werden, dass Köcherfliegenlarven noch angetroffen wurden von Asper (1, 2) im Silsersee, von Imhof (32) in Bosco della palza und in zwei Wasserbecken am Piz Corvatsch (2520 und 2610 m.) (38) und von Fric (19) im schwarzen See im Böhmerwald. Alle diese Formen sind nicht bestimmt worden.

Rhyacophila vulgaris, Pictet, wird als Bewohner von Alpenseen nirgends erwähnt. Unbestimmte Neuropterenlarven citirt Asper (4) vom lago Ritom, 1829 m., den Gotthardseen, 2114 m., und dem Silsersee, 1796 m.

Die *Notonecta lutea, Müll.,* von Garschina stimmt vielleicht überein mit den von Imhof (38) am Piz Corvatsch (2520 und 2610 m.) gefundenen, aber nicht bestimmten Exemplaren. An derselben Lokalität konsta-

tirte Imhof den *Hydroporus nivalis,* der nach Heer (24, 15) da und dort in den Alpenseen von 6000—7000′ vorkommt. Auch der Silsersee soll reich an *Hydroporus spec.* sein (1, 2). Für *H. piceus, Heer,* und *H. erythrocephalus, Heer,* scheinen die Sulzfluhseen der erste bekannte alpine Standort zu sein. In der Ebene gehören beide ebenfalls nicht zu den gewöhnlichen Arten (25).

Dipterenlarven gehören zu den regelmässigsten und zahlreichsten Bewohnern sämmtlicher Süsswasserbecken. Leider sind unsere Kenntnisse von der Zusammengehörigkeit der erwachsenen Zweiflügler und der Larven noch äusserst lückenhaft. In weitaus den meisten Fällen gelingt uns desshalb für die Jugendstadien höchstens die Bestimmung der Gattung, nicht aber die der Art. So ist es denn auch unmöglich, festzustellen, welche von uns gesammelten Formen schon früher aus Gebirgsseen bekannt waren. Wir müssen uns begnügen, die höchsten Fundorte von Dipterenlarven überhaupt anzuführen. In der Ebene beleben sie alle Wasserschichten vom Ufer und der Oberfläche bis zur grössten Tiefe (1, 2, 3, 10, 13, 14), hauptsächlich die Formen *Chironomus, Corethra, Tanypus* sind verbreitet. Im Gebirge sind sie nachgewiesen worden von Forel (14), im Starnbergersee und im lac de Joux, 1009 m., von Asper (1, 2, 3) im Klönsee, 894 m., im Silser-, 1796 m., und im Silvaplanersee, 1794 m. Derselbe Forscher (4) führt auch gelbe Dipterenlarven und pelagische Mückenlarven aus den Gotthardseen an, 2114 m. Die Insektenlarven Imhof's (32) vom Diavolezzasee, 2579 m., sind wohl auch auf Dipteren zu beziehen. Zahlreiche Larven von Zweiflüglern werden aus dem Lej Sgrischus, 2640 m., und dem Seealpsee, 1142 m., gemeldet. Aus dem kleinen Teich im Riesengebirge, 1168 m., verzeichnet Zacharias (70) *Chironomus,* aus dem Goktschai Brandt (5) eine dem-

selben Genus zugehörende, in Röhren lebende Art (6340 ').

In seiner Excursionsmolluskenfauna sagt Clessin von *Pisidium fossarinum, Cless.*: „Die Art ist eine sehr gemeine, die sich fast in allen kleineren Wasserbehältern findet. In den Alpen geht sie bis 1800 m. Höhe.“ Clessin (7) selbst hat sie in manchen oberbayrischen Seen gefunden, so im Lautersee, 3115 ', im Schachensee, 5114', im Plansee, 3009'. In der hohen Tatra kommt *P. fossarinum* in 21 Seen bis zu einer Höhenlage von 1900 m. vor. Im Zürchersee lebt die Muschel nach Suter-Næf (63) in einer Tiefe von 5—10 m., *P. nitidum* dagegen etwas höher von 2—5 m. Uebrigens fühlt sich *P. fossarinum* auch in Wasserbecken wohl, die die Höhenlinie von 2000 m. zum Theil weit überschreiten. Imhof (38) verzeichnet das Thier aus dem Lej Sgrischus, 2640 m., dann aus dem Schwarzsee oberhalb Tarasp, aus dem Bitabergo bei Maloja, 1862 m., aus dem obern Splügensee, 2270 m. Von *Pisidium ovatum, Cless.*, waren Hochgebirgsstandorte bis jetzt nicht bekannt. Clessin (7) traf es in einigen bayrischen Seen: Königssee 1857', Walchensee 2464', Chiemsee 1578', Simsee 1433'. Es soll nach der Excursionsfauna bis jetzt nur in den Urgebirgsformationen Süddeutschlands beobachtet worden sein. *Pisidium nitidum, Jenyus,* endlich ist eine Form der bayrischen Voralpen, (Ammersee 1661 ', Alpsee 2211 ') (7). Der See von Tilisuna ist der erste eigentliche Gebirgsfundort für diese Art. Interessant ist die Verbreitung von *Pisidium Foreli, Cless.*, das nach Clessin (7, 14) als Tiefseeform von *P. nitidum* zu betrachten wäre. In der That wurde diese Muschel zunächst in den Tiefen des Genfersees und des Bodensees aufgefunden. Forel (13, Mat. I., III., 14) konstatirte sie im Genfersee in allen Tiefen von 25—300 m., im

Untersee ebenfalls bei 20 m. Tiefe. (Siehe auch Duplessis: 10). Nun ist dasselbe Thier aber auch als hochalpine Form bekannt geworden. Imhof (28, 32, 38) zog es nämlich im Lej Sgrischus (2640 m.) aus einer Tiefe von 25 m., dazu kommt nun noch der Fund im Partnunersee.

Nicht näher bestimmte Pisidien nennt Asper (1, 2, 4) aus den Gotthardseen (2114 m.), dem Klönsee (804 m.), dem Silser- (1796 m.) und Silvaplanersee (1794 m.), Imhof (32) aus dem Seealpsee (1142 m.).

Limnæa truncatula, Müll., ist eine richtige Gebirgsform. Clessin sagt von ihr (Excursionsfauna): „Sie geht ebensoweit nach Norden, als sie im Gebirge aufsteigt, wo sie ihren Schwesterarten weit vorauseilt. Ich habe sie noch im Schachensee bei Partenkirchen bei circa 1800 m. Höhe getroffen.“ Auch aus anderen bayrischen Seen führt sie Clessin (7) an. Imhof (38) fand sie noch bedeutend höher im See Mortels (2610 m.). Aus dem lago Tom (2023) erwähnt derselbe Autor zahlreiche Limneen (38). Von der Varietät *L. ventricosa, Moq. Tand.*, scheint bis jetzt kein Hochgebirgsstandpunkt bekannt gewesen zu sein.

Fredericella sultana, Gervais, ist in den stehenden Gewässern der Ebene stark verbreitet, sei es als littorales Thier, sei es in eigenthümlicher Tiefseemodification (1, 2, 3, 10, 14). Von höhern Standorten sind zu nennen der lac de Joux, 1009 m., und lac des Brenets (10, 14), der Klönthalersee, die Seen des Oberengadins, wo die Bryozoen besonders üppig gedeihen (1, 2, 3, 32) und der lago Ritom (4). Dass die vier gefundenen Wirbelthiere hoch in die Alpen steigen, ist längst bekannt (59), es ist kaum nöthig dafür Beispiele anzuführen.

Aus der vorhergehenden Auseinandersetzung ergiebt sich, dass mehr als dreissig verschiedene Species von wirbellosen Thieren, die man bis jetzt gar nicht, oder doch nicht mit Bestimmtheit als Alpenbewohner kannte, an die verhältnissmässig ungünstigen Lebensbedingungen des Hochgebirges sich anpassen können. Spätere Untersuchungen werden die Listen der Alpenfauna noch bedeutend vermehren. Der Reichthum an thierischen Wesen, die die alpine Region dauernd bewohnen, erweist sich grösser, als man a priori annehmen möchte. Die Untersuchung der Sulzfluhseen hat also in Bezug auf vertikale Verbreitung der Thiere unsere Kenntnisse schon etwas vermehrt.

Im Ganzen setzt sich die Fauna der drei untersuchten Wasserbecken aus in der Ebene weit verbreiteten, wenigstens für Centraleuropa gemeinen Thierformen zusammen. Es bezieht sich das so ziemlich auf alle vertretenen Abtheilungen des Thierreichs. Für die Copepoden z. B. führt Claus (6) als weit verbreitete Arten speciell an: *Diaptomus castor, Cyclops tenuicornis, Cyclops serrulatus. Cyclops, Diaptomus, Lynceus, Cypris* sind überall vorkommende Genera. Immerhin sind der Thierwelt unserer Seen einige sonst nur sporadisch auftretende Formen beigemengt aus den Abtheilungen der Copepoden, Cladoceren, Hydrachniden, Neuropteren, Hemipteren, Coleopteren und Lamellibranchiaten. Auch speciell alpine Arten fehlen nicht.

Die verschiedene Zusammensetzung der Fauna in den drei einander so nahe liegenden Seen, das Fehlen von sonst weitverbreiteten Formen in dem einen oder anderen haben wir wenigstens theilweise, aus den verschiedenen äussern Verhältnissen, die Partnun, Tilisuna und Garschina bieten, erklärt.

Die Uebereinstimmung der Fauna der Sulzfluhseen

mit der anderer in ähnlicher Höhe liegender, alpiner Wasserbecken ist eine bedeutende. Besonders zeigt sich manche Analogie mit der Thierwelt der Oberengadinerseen, wenn auch einige dort characteristische Thierformen — *Hydra rhætica, Asper,* — in den Rhätikonseen nicht gefunden worden sind. Aber auch auf Analogien mit den entfernter liegenden Wasserbecken des Böhmerwalds, des Riesengebirges, der Auvergne, der hohen Tatra und sogar Armeniens konnte hingewiesen werden. Die Fauna der Hochgebirgsseen ist eben auf weite Strecken hin eine gleichartige.

Ein eigenthümlicher Bestandtheil der Hochgebirgsfauna sind gewisse Thierformen, die wir in der Ebene fast nur als Bewohner grosser Seetiefen kennen. Im speciell vorliegenden Fall handelt es sich um: *Hygrobates longipalpis, Pachygaster tau-insignitus* und *Pisidium Foreli.* Es leben diese Thiere in den Alpenseen viel näher der Wasseroberfläche als z. B. im Genfersee, wie ja überhaupt in den kleinen und relativ wenig tiefen Wasseransammlungen der Alpen kaum ein scharfer Unterschied gemacht werden kann zwischen Ufer- und Tiefenfauna.

Die Existenz von Tiefseeformen, die gleichzeitig in den Hochgebirgsseen leben, von Thieren, die im süssen Wasser am tiefsten hinab und am höchsten hinauf steigen, setzt wohl voraus, dass an beiden Lokalitäten, den tiefen Schichten der Seen der Ebene und den Wasserbecken der Hochalpen ähnliche Lebensbedingungen herrschen. Es mag sich das in erster Linie auf die Temperaturverhältnisse beziehen. Der Genfersee hatte nach Forel (14)

am 22. August bei Ouchy in:

20 m.	Tiefe	12.7°
30 m.	„	10.5°
40 m.	„	7.6°

am 21. Juli bei Morges in:
15 m. Tiefe 11.1°
20 m. „ 9.4°

Demselben Autor entnehmen wir noch folgende Zahlen:

Zürichsee,	3. August,	bei 20 m. Tiefe	7.6°
Murtensee,	6. „	„ „ „	9.6°
Vierwaldstättersee,	16. „	„ „ „	10.0°
Neuenburgersee,	17. Oktober,	„ „ „	11.3°
Genfersee,	19. „	„ „ „	12.8°
Bielersee,	12. „	„ „ „	11.1°
Lac d'Annecy,	22. September	„ „ „	8.1°
Lac du Bourget,	21. „	„ „ „	11.3°

Die Temperatur des Partnunersees schwankte im August (an der Oberfläche) zwischen 9 und 10°, d. h. auch im Hochsommer wird in jenem Alpensee der Wärmegrad der obern Tiefseeregion des Genfersees und der übrigen aufgezählten Seen nicht überschritten. Es herrschen in Partnun während des ganzen Jahres Tiefseetemperaturen. Nur während kurzer Zeit wird überhaupt die eigentliche konstante Temperatur der tiefsten Genferseeschichten, 5.2°, überholt werden. Aehnliche Verhältnisse herrschen in Tilisuna und Garschina. Es mag das Wasser sich gelegentlich etwas mehr erwärmen, bald wird die Temperatur wieder auf den Tiefseegrad zurücksinken. Dass die stärkere, wenn auch kurz andauernde Erwärmung des Garschinasees für die Entwicklung der Fauna übrigens bedeutungsvoll ist, hat bereits Erwähnung gefunden. Bezeichnend ist, dass gerade im kältesten der drei Seen, dem von Partnun, die Tiefseeformen an Arten und besonders an Individuen am reichsten vertreten sind. In Garschina handelte es sich um sehr vereinzelte Exemplare von *Pachygaster tau-*

insignitus. Auch die Ernährungsverhältnisse werden sich im Alpensee und in der Seetiefe der Ebene ähnlich gestalten. Der Mangel an Speise wird sich hier wie dort fühlbar machen, und auf die Zusammensetzung der Thierwelt nicht ohne Einfluss bleiben. Diesem Umstand schreibt Clessin (13, Mat. III.) geradezu die Kleinheit der Tiefseepisidien zu, eine Eigenschaft, die sie, wie wir sofort sehen werden, mit den Alpenformen theilen. Endlich sind die kleinen, meist ziemlich abgeschlossenen Wasserbecken des Hochgebirges fast unbewegt, ein nennenswerther Wellenschlag lässt sich kaum nachweisen. Ruhe des Wassers ist aber auch bezeichnend für die Tiefsee. So lassen sich an zwei scheinbar so verschiedenen Lokalitäten eine Anzahl ähnlicher Verhältnisse nachweisen, die auch einer ähnlichen Fauna rufen.

Frappant ist denn auch die Uebereinstimmung der Vertreter einer ganzen Thiergruppe, derjenigen der Pisidien, in den Tiefen der Gewässer der Ebene und im Gebirgssee. Nach Forel und Clessin (13, Mat. III., 14) sind sämmtliche Tiefseepisidien ausgezeichnet durch Kleinheit, durch dünne, durchsichtige, wenig gewölbte Schalen, mit wenig hervorspringenden Wirbeln. Die Schalen sind wenig bauchig und zeigen keine jährlichen Zuwachsstreifen. Das lässt sich fast ohne weiteres auch auf die vier Pisidienarten der Sulzfluhseen anwenden. Es sind kleine, zerbrechliche, durchsichtige, nur schwach gewölbte Muscheln. Die Differenzirung hat also hier denselben Weg eingeschlagen wie bei den Tiefseeformen, da die umgebenden Verhältnisse wenigstens theilweise dieselben sind. Immerhin weichen die Alpenpisidien nicht so sehr von der ursprünglichen Art ab, wie die der tiefen Wasserschichten. Viele auf dem Seegrund existirende Bedingungen — besonders Druckverhältnisse — herrschen im Alpensee nicht. So fand denn

für die Gebirgsformen keine ganz so durchgreifende Umgestaltung statt, und konnten speciell in den Pisidien der drei Sulzfluhseen die allerdings nicht typisch entwickelten Arten *P. fossarinum*, *P. ovatum* und *P. nitidum* erkannt werden.

Auch die rothe Färbung vieler Bewohner alpiner Wasserbecken (Crustaceen, Insektenlarven, Würmer) wiederholt sich in der Pigmentirung mancher Thiere der tiefen Wasserschichten. Dass die Alpenbedingungen umgestaltend auf die Thiere der Ebene wirken, haben für die Landfauna schon Heer (26) und Perty (50) hervorgehoben. Auch die Bewohner der Alpenseen zeigen meist mehr oder weniger tiefgreifende Abweichungen vom Typus der Ebene. Besonders sind es neben den Pisidien die Crustaceen und Insekten, welche oft als alpine Varietät einer Form des Tieflandes aufgefasst werden müssen. Das Entstehen dieser Varietäten und endlich eigener neuer Arten unter dem Drucke alpiner Verhältnisse zu verfolgen, wäre eine interessante Aufgabe.

Einen recht offenbaren Einfluss hat das Alpenklima auf das Eintreten der Fortpflanzungsepoche. Der spät beginnende Sommer hat eine Verschiebung der ganzen Vermehrungszeit zur Folge, die kurze Dauer der schönen Jahreszeit beschränkt die Epoche der Geschlechtsthätigkeit ganz bedeutend, und zwingt gleichzeitig gewisse Thiergruppen viel früher als in der Ebene die den Winter überdauernden Stadien — Statoblasten, Wintereier — hervorzubringen.

Auf das Auftreten von ganz jungen Frosch- und Salamanderlarven Ende August ist bereits hingewiesen worden. Viele andere Thiere, die zu jener Zeit in der Ebene die geschlechtliche Thätigkeit bereits beendet haben, waren in den Sulzfluhseen in starker Fortpflan-

zung begriffen. Besonders in Garschina schien die Vermehrungsepoche gerade ihren Gipfelpunkt erreicht zu haben. Es wimmelte förmlich von sehr jungen Entwicklungsstadien verschiedener Thiergruppen, wie wenn die kurze Dauer des Sommers durch vermehrte Fruchtbarkeit aufgewogen werden sollte. Häufig waren besonders kaum dem Ei entschlüpfte Insektenlarven, jugendliche Crustaceen und Hydrachniden. Die Clepsinen bedeckten noch mit ihrem Körper die Nachkommenschaft. Ueberall fand sich der Laich von Phryganiden und Schnecken.

Während so die Fortpflanzungsepoche auf der einen Seite stark nach rückwärts verschoben erscheint, wird, wie schon bemerkt, der Eintritt der Dauerstadienbildung vorgerückt. Das gilt nun allerdings, wie früher ausgeführt wurde, nicht für die Turbellarien. Vollkommen geschlechtsreife Planarien wurden keine gefunden, und *Pl. subtentaculata* war sogar noch in lebhafter ungeschlechtlicher Vermehrung begriffen. Auch *Microstoma lineare* besass keine Generationsorgane. Dagegen hatte bei *Fredericella* die Statoblastenbildung in weitestem Maasse begonnen und traten von sämmtlichen drei gefundenen *Lynceus*arten neben einigen Individuen mit Sommereiern zahlreiche mit Wintereiern auf. Gleichzeitig erschienen natürlich auch die zur Befruchtung der Dauereier nöthigen Männchen. In der Ebene konnte Leydig (42, p. 69) von keiner der zahlreichen Arten der Gattung *Lynceus* im Sommer und Herbst Männchen finden, aber auch nicht ein Weibchen enthielt ein Winterei, alle trugen nur Sommereier. Ebensowenig beobachtete derselbe Autor im Alpsee bei Immenstadt Männchen von *Polyphemus* oder Weibchen mit Wintereiern, dagegen Ende September beides im See von Maiselstein. Lutz (44) giebt an, dass ausnahmsweise schon Ende August Weibchen von *Ceriodaphnia punctata* mit Ephippien und Männchen

derselben Species auftreten. Einst fand er ein Weibchen von *Simocephalus vetulus* schon Ende April mit fast ausgebildetem Ephippium. Interessant ist, dass auch an andern Gebirgsstandorten, als den Sulzfluhseen, die Wintereibildung früh eintritt.

Zacharias (70) fand Männchen von *Daphnia magna* im grossen Teich des Riesengebirges (1218 m.) schon Mitte August, während sie nach Leydig (42) bei Würzburg erst im September auftreten. Eine *Daphnia*art war nach Imhof (29) im Engstlensee (1852 m.) am 20. September in männlichen und weiblichen Individuen vertreten. So früh und so allgemein wie in den drei Rhätikonseen ist aber das Auftreten beider Geschlechter bei Cladoceren wohl noch nicht beobachtet worden. Es wird nachgewiesen werden müssen, wie sich die Lynceiden der Sulzfluhseen in wärmeren Sommern, als der von 1889 war, verhalten.

Tabelle I.

(G. = Garschina, P. = Partnun, T. = Tilisuna.)

a. **Infusoria:**

1. Epistylis plicatilis. Ehrbg. (G.)
2. Vorticella microstoma, Ehrbg. (G. P. T.)

b. **Rotatoria:**

3. Calidina parasitica, Giglioli (G).

c. **Turbellaria:**

4. Microstoma lineare, Oerst. (G.)
5. Planaria abscissa, Jjma. (P. G.)
6. Planaria polychroa, O. S. (T.)

7. Planaria subtentaculata, Dugès,
= Dendrocoelum fuscum. Stimpson (P.).
8. Polycelis nigra, O. F. Müll., (G.).

d. **Nematodes:**

9. Dorylaimus stagnalis, Duj. (G. P. T.).

e. **Hirudinei:**

10. Clepsine bioculata, Sav. (G.)
11. Clepsine marginata, Sav. (G.)

f. **Oligochaeta:**

12. Saenuris variegata, Hoffm. (G. P. T.)
13. Lumbriculus variegatus, O. F. Müll. (P.)
14. Lumbriculus pellucidus, Duplessis, (G.)

g. **Cladocera:**

15. Lynceus quadrangularis, O. F. Müll. (G. P. T.)
16. Lynceus sphaericus, O. F. Müll. (P.)
17. Lynceus acanthocercoides, Fisch. (T.)

h. **Ostracoda:**

18. Cypris compressa, Baird. (G. P. T.)

i. **Copepoda:**

19. Cyclops tenuicornis, Claus (P.)
20. Cyclops elongatus. Claus (P.)
21. Cyclops serrulatus, Fisch. (G.)
22. Diaptomus castor, Jurine (G.)

k. **Amphipoda:**

23. Gammarus pulex. L. (G.)

l. **Hydrachnidae:**

24. Hygrobates longipalpis, Könike (P.)
25. Limnesia histrionica, Bruz. (P. G.)
26. Pachygaster tau-insignitus, Lebert (G. P.)
27. Arrhenurus spec. Dug. (P.)

m. **Orthoptera:**

28. Perla alpina, Pictet (G.)
29. Cloë, spec. Pictet. (G.)

n. **Neuroptera:**

30. Sialis lutaria, L. (G.)
31. Phryganea varia, Fabr. (G.)
32. Phryganea pilosa, Oliv. (G. T.)
33. Phryganea ruficollis, Pictet (G.)
34. Rhyacophila vulgaris, Pictet (P.)

o. **Hemiptera:**

35. Notonecta lutea, Müll. (G.)

p. **Coleoptera:**

36. Hydroporus nivalis, O. Heer (G.)
37. Hydroporus piceus, O. Heer (T.)
38. Hydroporus erythrocephalus, O. Heer (G.)

q. **Diptera:**

39. Chironomus plumosus, L. (P. T.)

40—48. Chironomus Meig. spec. (5 P., 4 G., 1 T.)

49. Tipula, spec. Meig. (P.)
50. Corethra spec., Meig. (G. P.)

r. **Lamellibranchiata:**

51. Pisidium fossarinum, Cless. (G. P.)
52. Pisidium ovatum, Cless. (G.)
53. Pisidium nitidum, Jenyns (T.)
54. Pisidium Foreli, Cless., (P.)

s. **Gastropoda:**

55. Limnaea truncatula, Müll. (G. P. T.)
56. Limnaea ventricosa, Moq. Tand. (P.)

t. **Bryozoa:**

57. Fredericella sultana, Gervais (T.)

u. **Pisces:**

58. Cottus gobio, L. (G. P. T.)
59. Phoxinus laevis, Ag. (G. P. T.)

v. **Amphibia:**

60. Rana temporaria, L. (G. P. T.)
61. Triton alpestris, Laur. (G. P.)

Tabelle II.

	Garschina 2189 m.	Partnun 1874 m.	Tilisuna 2120 m.
a. Infusoria	1. Epistylis plicatilis, Ehrbg.	—	—
	2. Vorticella microstoma, Ehrb.	1. Vorticella microstoma, Ehrb.	1. Vorticella microstoma, Ehrb.
b. Rotatoria.	3. Calidina parasitica, Gigl.	—	—
c. Turbellaria . . .	4. Microstoma lineare, Oerst.	—	—
	5. Planaria abscissa, Jjima.	2. Planaria abscissa, Jjima.	—
	—	—	2. Planaria polychroa, O. Schn.
	—	3. Planaria subtentaculata, Dugès.	—
	6. Polycelis nigra, O. F. Müll.	—	—
d. Nematodes . . .	7. Dorylaimus stagnalis, Duj.	4. Dorylaimus stagnalis, Duj.	3. Dorylaimus stagnalis, Duj.
e. Hirudinei	8. Clepsine bioculata, Sav.	—	—
	9. Clepsine marginata, Sav.	—	—
f. Oligochaeta . . .	10. Saenuris variegata, Hoffm.	5 Saenuris variegata, Hoffm.	4. Saenuris variegata, Hoffm.
	—	6. Lumbriculus variegatus, O. F. Müll.	—
	11. Lumbriculus pellucidus, Dupl.	—	—
g. Cladocera	12. Lynceus quadrangularis, O. F. Müll.	7. Lynceus quadrangularis, O. F. Müll.	5. Lynceus quadrangularis, O. F. Müll.
	—	8. Lynceus sphaericus, O. F. Müll.	—

Tabelle II. (Fortsetzung.)

	Garschina 2189 m.	**Partnun** 1874 m.	**Tilisuna** 2120 m.
	—	—	6. Lynceus acanthocercoides, Fisch.
h. **Ostracoda** . . .	13. Cypris compressa, Baird.	9. Cypris compressa, Baird.	7. Cypris compressa, Baird.
i. **Copepoda**	—	10. Cyclops tenuicornis, Claus.	—
	—	11. Cyclops elongatus, Claus.	—
	14. Cyclops serrulatus, Fisch.	—	—
	15. Diaptomus castor, Jurine.	—	—
k. **Amphipoda** . . .	16. Gammarus pulex, L.	—	—
l. **Hydrachnidae** . .	—	12. Hygrobates longipalpis, Könike.	—
	17. Limnesia histrionica, Bruz.	13. Limnesia histrionica, Bruz.	—
	18. Pachygaster tau-insignitus, Lebert.	14. Pachygaster tau-insignitus, Lebert.	—
	—	15. Arrhenurus, spec. Dug.	—
m. **Orthoptera** . . .	19. Perla alpina, Pictet.	—	—
	20. Cloë, spec. Pictet.	—	—
n. **Neuroptera** . . .	21. Sialis lutaria, L.	—	—
	22. Phryganea varia, Fabr.	—	—
	23. Phryganea pilosa, Oliv.	—	8. Phryganea pilosa, Oliv.
	24. Phryganea ruficollis, Pictet.	—	—
	—	16. Rhyacophila vulgaris, Pictet.	—

o. **Hemiptera** . . .	25. Notonecta lutea, Müll.	—	—
p. **Coleoptera** . . .	26. Hydroporus nivalis, O. Heer.	—	—
	—	—	9. Hydroporus piceus, O. Heer.
	27. Hydroporus erythrocephalus, O. Heer.	—	—
q, **Diptera**	—	17. Chironomus plumosus, L.	10. Chironomus plumosus, L.
	28—32. Chironomus, spec. Meig.	18—22. Chironomus, spec. Meig.	11. Chironomus, spec. Meig.
	—	23. Tipula, spec. Meig.	—
	32. Corethra, spec. Meig.	24. Corethra, spec. Meig.	—
r. **Lamellibranchiata**	33. Pisidium fossarinum, Cless.	25. Pisidium fossarinum, Cless.	—
	34. Pisidium ovatum, Cless.	—	—
	—	—	12. Pisidium nitidum, Jenyns.
	—	26. Pisidium Foreli, Cless.	—
s. **Gastropoda** . . .	35. Limnaea truncatula, Müll.	27. Limnaea truncatula, Müll.	13. Limnaea truncatula, Müll.
	—	28. Limnaea ventricosa, Moq. Tand.	—
t. **Bryozoa**	—	—	14. Fredericella sultana, Gervais.
u. **Pisces**	36. Cottus gobio, L.	29. Cottus gobio, L.	15. Cottus gobio, L.
	37. Phoxinus laevis, Ag.	30. Phoxinus laevis, Ag.	16. Phoxinus laevis, Ag.
v. **Amphibia**	38. Rana temporaria, L.	31. Rana temporaria, L.	17. Rana temporaria, L.
	39. Triton alpestris, Laur.	32. Triton alpestris, Laur.	—

Litteratur.

1. Asper, G.: Beiträge zur Tiefseefauna der Schweiz. Zool. Anz. Jahrg. III. 1880.
2. — —: Die pelagische Fauna und die Tiefseefauna der Schweiz. Ichthyol. Mittheil. a. d. Schweiz zur internat. Fischereiausstellung zu Berlin 1880.
3. — —: Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Thiere unserer Schweizerseen. Neujahrsblatt d. Zürcher naturf. Ges. 1881.
4. — —: Archives des sciences physiques et naturelles. Genève, octobre 1880. Vol. VI.
5. Brandt, A.: Von den armenischen Alpenseen. Zool. Anz. Jahrg. II. 1879 u. III. 1880.
6. Claus, C.: Die freilebenden Copepoden, 1863.
7. Clessin, S.: Beiträge zur Molluskenfauna der oberbayrischen Seen. Correspondenzblatt d. zoolog. mineralog. Vereines in Regensburg. Jahrg. 27. 1873 und Jahrg. 28. 1874.
8. Dugès, A.: Recherches sur l'organisation et les moeurs des Planariées. Annales des sciences naturelles, Vol. XV. 1828.
9. — —: Aperçu de quelques observations nouvelles sur les Planaires et plusieurs genres voisins. ibid. Vol. XXI. 1830.
10. Duplessis, G.: Essai sur la faune profonde des lacs de la Suisse. Nouveaux mémoires de la société helvétique des sciences naturelles. Vol. XXIX. 1885.
11. Ehrenberg, C. G.: Microgeologie. Atlas. Taf. XXXV. B. 1854.
12. Fieber, F. X.: Die europäischen Hemiptera.
13. Forel, A. F.: Matériaux pour servir à l'étude de la faune profonde du lac Léman. Bulletin de la société vaudoise des sciences naturelles. Série I. Vol. XIII. 1874—1875. Série II. et III. Vol. XIV. 1876—1877. Série IV. Vol. XV. 1878. Série V. et VI. Vol. XVI. 1879—1880.
14. — —: La faune profonde des lacs suisses. Nouveaux mémoires de la société helvétique des sciences naturelles. Vol. XXIX. 1885.

15. Forel, A. F.: Dragages zoologiques et sondages thermométriques dans les lacs de Savoie. Compt. Rend. Acad. sciences. Paris 1883. Revue savoisienne. Vol. XXIV. 1883.

16. — —: Etudes zoologiques dans les lacs de Savoie. ibid. Vol. XXV. 1884.

17. — —: Faunistische Studien in den Süsswasserseen der Schweiz. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. 30. 1878.

18. — —: La faune pélagique des lacs d'eau douce. Archives des sciences physiques et naturelles. Genève. Vol. VIII. 1882.

19. Fric, A.: Die Fauna der Böhmerwald-Seen. Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. Prag. 1871.

20. v. Graff, L.: Monographie der Turbellarien. Vol. I. 1882.

21. Haller, G.: Die Hydrachniden der Schweiz. Bern. 1882.

22. Heer, O.: Einfluss des Alpenklimas auf die Farbe der Insekten. Mittheil. a. d. Gebiete d. theoretischen Erdkunde. Bd. I.

23. — —: Geographische Verbreitung der Käfer in den Schweizeralpen, besonders nach ihren Höhenverhältnissen. ibid.

24. — —: Die Käfer der Schweiz mit besonderer Berücksichtigung ihrer geographischen Verbreitung. Neue Denkschriften d. allg. schweiz. Ges. f. d. gesammten Naturwiss. Bd. II. 1838.

25. — —: Fauna Coleopterorum helvetica. 1841.

26. — —: Ueber die obersten Grenzen des thierischen und pflanzlichen Lebens in den Schweizeralpen. An die Zürcherische Jugend auf das Jahr 1845 von der naturf. Gesellschaft.

27. Imhof, O. E.: Pelagische Fauna und Tiefseefauna der Savoyerseen. Zool. Anz. Jahrg. VI. 1883.

28. — —: Die Rotatorien als Mitglieder der pelagischen und Tiefseefauna der Süsswasserbecken. Zoolog. Anzeiger. Jahrg. VIII. 1885.

29. — —: Ueber die blassen Kolben an den vorderen Antennen der Süsswasser-Calaniden. ibid.

30. — —: Notiz bezüglich der Verbreitung der Turbellarien in der Tiefseefauna der Süsswasserbecken. ibid.

31. — —: Ueber die mikroskopische Thierwelt hochalpiner Seen. Zool. Anz. Jahrg. X. 1887.

32. Imhof, O. E.: Studien über die Fauna hochalpiner Seen, insbesondere des Kantons Graubünden. Jahresbericht der naturf. Ges. Graubündens. Jahrg. XXX. 1887.

33. — —: Notizen über die pelagische Fauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz. Jahrg. X. 1887.

34. — —: Faunistische Studien in achtzehn kleineren und grösseren österreichischen Süsswasserbecken. Sitzungsber. kais. Akad. Wiss. Bd. XCI.

35. — —: Resultate meiner Studien über die pelagische Fauna kleinerer und grösserer Süsswasserbecken der Schweiz. Zeit. wiss. Zoolog. Bd. XL. 1884.

36. — —: Beitrag zur Kenntniss der Süsswasserfauna der Vogesen. Zool. Anz. Jahrg. XI. 1888.

37. — —: Pelagische Thiere aus Süsswasserbecken in Elsass-Lothringen. Zoolog. Anz. Jahrg. VIII. 1885.

38. — —: Fauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz. Jahrg. XI. 1888.

39. — —: Studien zur Kenntniss der pelagischen Fauna der Schweizerseen. Zool. Anz. Jahrg. VI. 1883.

40. Koch, C. L.: Uebersicht des Arachnidensystems. 1837.

41. Könike, F.: Revision von H. Leberts Hydrachniden. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XXXV. 1881.

42. Leydig, F.: Naturgeschichte der Daphniden. 1860.

43. Liljeborg, W.: De Crustaceis ex ordinibus tribus: Cladocera, Ostracoda et Copepoda in Scania occurentibus. 1853.

44. Lutz, A.: Untersuchungen über die Cladoceren der Umgebung von Bern. Mittheil. der naturf. Ges. in Bern aus dem Jahre 1878.

45. Meigen, J. W.: Systematische Beschreibung der bekannten europäischen zweiflügeligen Insekten.

46. Müller, O. F.: Entomostraca.

47. Müller, P. E.: Note sur les Cladocères des grands lacs de la Suisse. Archives des sciences physiques et naturelles. Genève. Vol. XXXVII. 1870.

48. Nordquist, O.: Die pelagische und Tiefseefauna der grösseren finnischen Seen. Zool. Anz. Jahrg. X. 1887.

49. Pavesi, P.: Altra serie di ricerche e studi sulla fauna pelagica dei laghi italiani. 1883.

50. Perty, M.: Zur Kenntniss kleinster Lebensformen. 1852.

51. Plate, L.: Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des Gammarus pulex lebenden Ektoparasiten. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XLIII. 1886.
52. Pictet, F. J.: Mémoire sur le genre Sialis, Latreille, et considérations sur la classification de l'ordre des Névroptères.
53. — —: Recherches pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Phryganides.
54. — —: Histoire naturelle générale et particulière des insectes névroptères. Famille des Perlides.
55. — —: Histoire naturelle générale et particulière des insectes névroptères. Famille des Ephémérines.
56. Réaumur, R. A.: Mémoires pour servir à l'histoire des insectes. Tome IV. et V.
57. Richard, J.: Sur la faune pélagique de quelques lacs d'Auvergne. Compt. Rend. Acad. sciences Paris. T. CV.
58. — —: Remarque sur la faune pélagique de quelques lacs d'Auvergne. ibid.
59. Schinz, H. R.: Fauna helvetica. Wirbelthiere. Neue Denkschriften d. allg. schweiz. Ges. f. d. gesammten Naturwiss. Bd. I. 1837.
60. Schlagintweit, A.: Bemerkungen über die höchsten Grenzen der Thiere in den Alpen. Archiv für Naturgeschichte. Jahrg. XVII. 1851.
61. Schmidt, O.: Ueber Planaria torva. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XI. 1862.
62. — —: Die dendrocoelen Strudelwürmer aus den Umgebungen von Gratz. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. X. 1860.
63. Suter-Näf, H.: Notizen über die Tiefsee-Molluskenfauna einiger schweizerischer Seen. Zoolog. Anz. Jahrg. III. 1880.
64. Theobald, G.: Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Geologische Beschreibung der nordöstlichen Gebirge von Graubünden.
65. — —: Geologische Beschreibung der Sulzfluh. Sulzfluh-Excursion der Section Rhätia des S. A. C.
66. Vogt, C.: Beiträge zur Naturgeschichte der schweiz. Crustaceen. Neue Denkschriften der allg. schweiz. Ges. f. d. gesammten Naturwissenschaften. Bd. VII. 1845.
67. Weith, W.: Chemische Untersuchung schweiz. Gewässer

mit Rücksicht auf deren Fauna. Ichthyolog. Mittheilungen aus der Schweiz zur internationalen Fischerei-ausstellung zu Berlin 1880.

68. v. Welden, L.: Der Monte Rosa. Eine topographische und naturhistorische Skizze. 1824.

69. Wierzejski: Ein Abriss der Fauna der Tatraseen. Denkschriften d. Tatravereines. Bd. VIII. 1883.

70. Zacharias, O.: Studien über die Fauna des grossen und kleinen Teiches im Riesengebirge. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XLII. 1885.

71. — —: Ergebnisse einer zoologischen Excursion in das Glatzer-, Iser- und Riesengebirge. Zeitschrift f. wiss. Zoolog. Bd. XLIII. 1886.

72. — —: Ueber Fortpflanzung durch spontane Quertheilung bei Süsswasserplanarien. ibid.

73. — —: Ueber die Verbreitung von Turbellarien in Hochseen. Zool. Anz. Jahrg. XI. 1888.

74. — —: Faunistische Untersuchungen in den Maaren der Eifel. ibid.

75. — —: Vorläufige Mittheilung über das Ergebniss einer faunistischen Excursion in's Iser-, Riesen- und Glatzergebirge. Zool. Anz. Jahrg. VIII. 1885.

76. Zenker: Monographie der Ostracoden. Archiv f. Naturgeschichte. Jahrg. XX. 1854.

Die unperiodischen Witterungserscheinungen auf Grund 111 jähriger Aufzeichnungen der Niederschlagstage.

Von

Albert Riggenbach.

Basel besitzt mehr als 100 Jahre umfassende Aufzeichnungen der Tage mit Niederschlag, nämlich von 1755—1803 und 1827—1888. Bei der Seltenheit eines so ausgedehnten und homogenen Materiales dürfte eine Bearbeitung desselben nach den von Herrn W. Köppen [1]) aufgestellten Gesichtspunkten ein mehr als locales Interesse haben, um so eher, als unlängst derartige Untersuchungen durch die verdienstliche Arbeit des Herrn Hugo Meyer [2]) eine neue Anregung erhalten haben.

Wir beabsichtigen im Folgenden nur eine knappe Darlegung einiger Resultate und beschränken uns darum auf die zur Erläuterung der Tabellen unerlässlichen Angaben.

---

[1]) Köppen. Repertorium für Meteorologie, Bd. 2. 1872.

[2]) Hugo Meyer. Die Niederschlags-Verhältnisse von Deutschland. Aus dem Archiv der deutschen Seewarte. Jahrg. 11. Nº 6. 1888.

1. Aus dem Beobachtungsjournal erhält man durch einfache Abzählung, wie oft in dem betrachteten Zeitraume 1, 2, 3 etc. Tage mit gleichartiger Witterung aufeinander gefolgt sind. Diese Zählung wurde für die Niederschlags- und die Trockentage gesondert durchgeführt. Es sei p_r die Anzahl der r tägigen Perioden einer Art und P_r die Summe dieser und aller längern, dann ist

$$w_r = \frac{p_r}{P_r} \quad 1)$$

die Wahrscheinlichkeit eines Wetterwechsels nach Ablauf von r Tagen gleicher Witterung.

Tabelle 2 zeigt:

1. Der Umschlag vom Regenwetter zum Trocknen ist durchweg und besonders im Winter wahrscheinlicher als der entgegengesetzte.

2. Die Wahrscheinlichkeit eines Umschlags ist um so geringer, je länger die betreffende Witterung schon bestanden hat.

3. Die Wahrscheinlichkeit der Fortdauer trockner Witterung ist im Winter grösser als im Sommer, und entsprechend die Fortdauer regnerischer Witterung im Winter kleiner als im Sommer.

2. Die Wahrscheinlichkeit, dass nach Ablauf von r Tagen gleichen Wetters der Umschlag gerade nach s weitern Tagen eintrete, ist

$$w_r^{(s)} = \frac{p_{r+s}}{P_r} \quad 2)$$

demnach die Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe Witterung noch mindestens s Tage anhalte

$$W_r^{(s)} = \frac{P_{r+s}}{P_r} = 1 - (w_r + w_r' + w_r'' + \dots w_r^{(s-1)}) \quad 3)$$

Diese Wahrscheinlichkeiten (Tabelle 3) geben an, mit welcher Sicherheit man unter der Annahme des Fortbestandes der augenblicklichen Witterung eine Prognose für den folgenden, zweitfolgenden u. s. w. Tag aufstellen kann. Sie führen zu dem Resultat.

4. Geht man von einem Niederschlagstage aus, so ist es stets wahrscheinlicher, dass der nächste Tag auch Niederschläge bringen werde, als nicht; für den zweitfolgenden Tag ist dagegen ein Umschlag das Wahrscheinlichere.

5. Geht man aber von einem Trockentage aus, so kann man namentlich im Winter und, wenn schon mehrere Trockentage vorausgegangen sind, selbst auf den drittfolgenden Tag mit Wahrscheinlichkeit die Prognose auf Andauer der Witterung stellen.

3. Ist N die Anzahl der Niederschlagstage und T die Anzahl der Trockentage innerhalb einer gegebenen Zeit, so sind

$$n = \frac{N}{N+T} \quad \text{und} \quad t = \frac{T}{N+T} \qquad 4)$$

die Wahrscheinlichkeiten des Eintritts oder Nicht-Eintritts von Niederschlag an einem beliebigen Tage. Wenn nun die Witterung eines Tages ohne allen Einfluss auf die des folgenden Tages wäre, so müsste wie Köppen nachweist, die Zahl der Niederschlagsperioden und Trockenperioden betragen:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Niederschlagsperioden:} & \pi_1 = N t^2; \; \pi_2 = \pi_1 . n, \; \pi_r = \pi_1 \, n^{r-1} \\ \text{Trockenperioden:} & \pi'_1 = T n^2; \; \pi'_2 = \pi'_1 \, t, \; \pi'_r = \pi'_1 \, t^{r-1} \end{array}\right\} \; 5)$$

und dabei sein:

$$\pi_1 + \pi_2 + \dots = \pi'_1 + \pi'_2 + \dots = \Pi = \frac{NT}{N+T} \qquad 6)$$

Diese Werthe bezeichnen wir als theoretische Zahl der Perioden. Der Vergleich mit der wahren Periodenzahl ergibt:

6. Trockenperioden unter 6, Niederschlagsperioden unter 4 Tagen sind seltener, längere häufiger, als wenn keine Beziehung zwischen der Witterung aufeinander folgender Tage bestände.

4. Ist P_n die Gesammtzahl der Niederschlagsperioden und P_t die der Trockenperioden, so gibt $P_n + P_t$ die Anzahl der Witterungswechsel im betreffenden Zeitabschnitte an, mithin ist $\frac{P_n + P_t}{N + T}$ die Wahrscheinlichkeit eines Wetterwechsels oder die sogenannte Veränderlichkeit des Wetters, und $\frac{2\,\Pi}{N + T}$ die theoretische Wahrscheinlichkeit oder Veränderlichkeit. (Tab. 4 b.)

Die Brüche $\frac{N}{P}$ und $\frac{T}{P}$, wo P die Gesammtzahl der Perioden einer Art, die für Niederschlags- und Trockenperioden sehr nahe dieselbe sein muss, da sie zugleich die Anzahl der Wetterwechsel im einen oder andern Sinn darstellt, geben die mittlere Periodenlänge an. Setzt man für P die Zahl der beobachteten Perioden, so erhält man die wahren mittlern Längen L_n und L_r; führt man aber für P den Ausdruck von Π (Formel 6) ein, so erhält man die theoretischen Periodenlängen

$$\Lambda_n = 1 + \frac{N}{T} \quad \text{und} \quad \Lambda_t = 1 + \frac{T}{N} \qquad 7)$$

Die wahren mittlern Periodenlängen sind durchweg grösser, als die theoretischen (Tabelle 1.), woraus hervorgeht, dass die Witterung eine Tendenz zu ihrer Erhaltung in sich trägt. Als Mass derselben hat Köppen

den sog. Index der Erhaltungstendenz eingeführt, derselbe kann bezeichnet werden als das Verhältniss des Ueberschusses der wahren über die theoretische Periodenlänge zur wahren, ist also gleich

$$J = \frac{\frac{N}{P} - \frac{N}{\Pi}}{\frac{N}{P}} = 1 - \frac{P}{\Pi} \qquad 8)$$

Es liegt auf der Hand, dass sich für J derselbe Wert aus den Niederschlags- wie aus den Trockenperioden ergeben muss; nur weil bei der Zählung der Perioden der einzelnen Monate nicht immer mit einer vollen und auch nicht immer mit einer der Anfangsperiode entgegengesetzten geschlossen wurde, kommt eine kleine Differenz zwischen beiderlei Werten zu Stande. Um das ganze Material auszunützen, setze man in 8) statt P die Summe aller Niederschlags- und Trockenperioden und ebenso statt $\Pi \ldots 2\,\Pi$, man erhält dann die definitiven Werte des Index (Tabelle 4).

5. Der Index der Erhaltungstendenz gibt an, in welchem Grade sich die wirkliche Witterung von jener unterscheidet, die bei gleicher Zahl der Trocken- und Niederschlagstage durch deren zufällige Abwechslung hervorgebracht würde. Sein jährlicher Gang zeigt:

> 7. Den Character grösster Beständigkeit trägt die Witterung im September, den geringster im August; März und April zeichnen sich durch relativ grosse, die Sommermonate und etwas weniger auch der November durch geringere Beständigkeit aus.

Ob diese Beständigkeit in der Natur der trocknen oder der regnerischen Witterung liege, lässt sich, wie aus

der Definition des Index erhellt, aus diesem allein nicht entscheiden.

6. Durch die Zahl der Niederschlagstage und der Niederschlagsperioden in einem gegebenen Zeitraum ist auch die der Trockentage und der Trockenperioden folglich auch ihre mittlere Länge mitbestimmt, nicht aber der durchschnittliche Wert der Abweichungen der einzelnen Perioden von der mittleren Länge.

Um dies nachzuweisen, denke man sich eine Niederschlagsperiode von zwei die mittlere Länge L_t übersteigenden Trockenperioden von t_1 resp. t_2 Tagen umrahmt, und es sei $t_1 \leqq t_2$. Zur Summe der Abweichungen liefern diese beiden Perioden den Beitrag

$$t_1 - L_t + t_2 - L_t = t_1 + t_2 - 2\,L_t$$

Schiebt man nun die Niederschlagsperiode um u Tage rückwärts, so erhalten die Trockenperioden die Längen $t_1 - u$ und $t_2 + u$, und wenn u so gross genommen wird, dass

$$t_1 - u < L_t$$

so ist jetzt der Beitrag der beiden Perioden zur Summe der Abweichungen

$$L_t - (t_1 - u) + t_2 + u - L_t = t_2 - t_1 + 2\,u$$

also hat diese Summe zugenommen um

$$2\,(L_t + u - t_1)$$

Damit ist erwiesen, dass bei derselben Anzahl von Trockentagen und Trockenperioden, die mittlern Abweichungen sehr verschiedene Werte haben können. Die mittlere Abweichung kann indess den Maximalwert

$$\frac{2\,(P - 1)\,(L - 1)}{P} \qquad 9)$$

nicht übersteigen.

Es ist nicht schwer, zu beweisen, dass bei zufälliger Abwechslung der Niederschlags- und Trockentage, die mittlern Abweichungen, d. h. das arithmetische Mittel aus den absoluten Beträgen der Einzelabweichungen die Werte hat

$$\left.\begin{array}{llll} & A_n = 2\,n, & A_t = 2\,t & \text{falls,} \quad 1 < \Delta_n < 2 \\ \text{oder} & A_n = 4\,n^2, & A_t = 4\,t^2 & \text{falls} \quad 2 < \Delta_n < 3 \end{array}\right\} \quad 10)$$

welche wir als theoretische Abweichung bezeichnen.

7. Grosse Werte der mittlern Abweichung verraten ein Vorhandensein langer Perioden und entsprechend zahlreicher ganz kurzer, kleine Werte der Abweichung einen nahen Anschluss an die mittlere Periodenlänge.

Die mittlere Abweichung zeigt, wie die mittlere Periodenlänge selbst, einen ausgesprochenen jährlichen Gang. Dass dieser wesentlich eine Folge des jährlichen Ganges der Zahl der Niederschlagstage ist, geht aus der Uebereinstimmung im Gange der wahren und theoretischen Abweichungen resp. Periodenlängen hervor. Zur Elimination dieses Ganges bilden wir die Differenz der wahren und theoretischen Abweichung und reduciren alle diese Differenzen, um sie unter sich vergleichbar zu machen, durch Division mit der wahren Abweichung auf dieselbe Einheit. Die so gewonnene Grösse nennen wir den Index der Abweichungen. Derselbe kann als Mass dafür dienen, in wie weit die trockne oder die regnerische Witterung für sich von der durch zufällige Abwechslung bedingten abweicht, also eine Erhaltungstendenz besitzt.

Zum Index der Erhaltungstendenz stehen die Indices der Abweichung in der einfachen Beziehung, dass die Summe der letztern zu ersterm ein für alle Monate nahe constantes Verhältniss besitzt.

Aus den Abweichungsindices erhalten wir folgenden Aufschluss über die Quelle der Erhaltungstendenz in den einzelnen Monaten:

8. Die grosse Beständigkeit des Septemberwetters und in geringerem Grade auch die des Mai rührt hauptsächlich von einer Beständigkeit der regnerischen Witterung her, doch zeigt in diesen Monaten auch das trockne Wetter eine grosse Stabilität.

9. Umgekehrt verhält es sich im März, April und October.

10. Das Minimum der Erhaltungstendenz im August wird durch die geringe des Niederschlags, der fast ebenso niedrige Wert des Juli mehr durch die geringe Beständigkeit der trocknen Witterung herbeigeführt. Im November zeigt beiderlei Witterung geringe Constanz.

11. Die Trockenzeiten zeigen im März und October die stärkste Tendenz ihres Fortbestandes, im Winter ist diese nur wenig, in den drei gewitterreichen Sommermonaten beträchtlich schwächer.

12. Auch die Regenperioden haben zwei Beständigkeitsmaxima im Mai und September und ein deutlicher als bei den Trockenperioden ausgeprägtes Winterminimum.

Tabelle 1 a.

Trockenperioden 1755—1803, 1827—1888.

	Zahl der Trockentage.	Zahl der Perioden.	Wahre mittlere Länge.	Theoretische mittlere Länge.	Index der Erhaltungstendenz.
Januar . . .	2097	587.69	3.568	**2.560**	0.282
Februar. . .	1824	535.46	3.406	2.391	0.298
März	1989	579.37	3.433	2.370	0.310
April	1848	564.96	3.271	2.247	0.313
Mai	1809	600.22	3.014	2.111	0.300
Juni.	1594	610.13	*2.613*	*1.918*	0.266
Juli	1893	644.14	2.939	2.223	0.244
August . . .	1952	645.26	3.025	2.311	*0.236*
September .	1930	553.41	3.487	2.379	**0.318**
October . . .	2018	574.36	3.514	2.418	0.312
November .	1877	591.76	3.172	2.292	0.278
December .	2079	579.07	**3.590**	2.526	0.296
Frühling . .	5646	1744.55	3.236	2.237	0.309
Sommer . .	5439	1899.53	2.863	2.140	0.253
Herbst . . .	5825	1719.53	3.388	2.362	0.303
Winter . . .	6000	1702.22	3.525	2.494	0.293
Jahr	22910	7065.83	3.242	2.299	0.291

Tabelle 1 b.

Niederschlagsperioden 1755—1803, 1827—1888.

	Zahl der Niederschlagstage.	Zahl der Perioden.	Wahre mittlere Länge.	Theoretische mittlere Länge.	Index der Erhaltungstendenz.
Januar . . .	1344	583.81	2.302	1.641	0.287
Februar. . .	1311	538.01	2.437	1.719	0.295
März	1452	578.75	2.509	1.730	0.310
April	1482	569.43	2.603	1.802	0.308
Mai	1632	600.48	2.718	1.900	0.301
Juni	1736	614.97	2.823	2.089	0.260
Juli	1548	643.75	2.405	1.818	0.244
August . . .	1489	639.27	2.329	1.763	0.243
September .	1400	547.94	2.555	1.725	0.325
October . . .	1423	588.65	2.417	1.705	0.295
November .	1453	586.42	2.478	1.774	0.284
December .	1362	573.09	2.377	1.655	0.304
Frühling . .	4566	1748.66	2.611	1.809	0.307
Sommer. . .	4773	1897.99	2.515	1.878	0.253
Herbst . . .	4276	1723.01	2.482	1.734	0.301
Winter . . .	4017	1694.91	2.370	1.670	0.296
Jahr.	17632	7064.57	2.496	1.770	0.291

Tabelle 2.

Wahrscheinlichkeit eines Wetterwechsels nach Ablauf von *a* Tagen gleicher Witterung.

a	Jahr.		*a*	Sommer.		Winter.	
	Trocken-tage.	Nieder schlags-tage.		Trocken-tage.	Nieder schlags-tage.	Trocken-tage.	Nieder-schlags-tage.
1	0.378	0.420	1	0.382	0.413	0.367	0.442
2	0.328	0.409	2	0.372	0.413	0.317	0.429
3	0.300	0.373	3	0.341	0.391	0.300	0.385
4	0.274		4	0.327		0.230	
5	0.255	0.378	5–6	0.298	0.368	0.228	0.421
6	0.242		7–8	0.290	0.306	0.168	0.462
7–8	0.232	0.377	9–10	0.253	0.300	0.192	0.249
9–10	0.215	0.336	11–15	0.250	0.349	0.220	0.206
11–12	0.233	0.311	16–20	0.271		0.172	
13–14	0.227		21–25			0.132	
15–16	0.206	0.299					
17–18	0.169						
19–20	0.188						
21–23	0.179						
24–26	0.252						
27–29	0.242						
30 etc.	0.278						

Tabelle 3 a.

Wahrscheinlichkeit der Fortdauer der Witterung

Jahr.

a	nach a Trockentagen um b weitere solche				a	nach a Niederschlagstagen um b weitere solche			
	$b = 1$	$b = 2$	$b = 3$	$b = 4$		$b = 1$	$b = 2$	$b = 3$	$b = 4$
1	0.62	0.42	0.29	0.21	1	0.58	0.34	0.21	0.13
2	0.67	0.47	0.34	0.25	2	0.59	0.36	0.23	0.15
3	0.70	0.51	0.38	0.29	3	0.61	0.39	0.25	0.15
4	0.73	0.54	0.41	0.31	4	0.65	0.40	0.24	0.15
5—6	0.75	0.57	0.44	0.34	5—6	0.62	0.39	0.24	0.15
7—10	0.77	0.62	0.47	0.37	7—10	0.62	0.40	0.26	0.17
11—15	0.78	0.60	0.48	0.38	11—15	0.66	0.43	0.29	0.21
16—20	0.81	0.67	0.54	0.44	16—20	0.68	0.43	0.30	
21—25	0.79	0.60	0.49	0.38					

Tabelle 3 b.

Wahrscheinlichkeit der Fortdauer der Witterung

a	nach a Trockentagen um b weitere solche				a	nach a Niederschlagstagen um b weitere solche			
	$b = 1$	$b = 2$	$b = 3$	$b = 4$		$b = 1$	$b = 2$	$b = 3$	$b = 4$
	Sommer.					Sommer.			
1	0.62	0.39	0.26	0.17	1	0.59	0.35	0.21	0.13
2	0.63	0.41	0.28	0.19	2	0.60	0.36	0.22	0.14
3	0.66	0.44	0.31	0.22	3	0.59	0.37	0.24	0.16
4	0.67	0.47	0.33	0.24	4	0.62	0.40	0.25	0.17
5—6	0.70	0.50	0.36	0.25	5—6	0.63	0.41	0.30	0.20
7—10	0.73	0.55	0.36	0.26	7—10	0.70	0.49		
	Winter.					Winter.			
1	0.63	0.43	0.30	0.23	1	0.56	0.32	0.19	0.12
2	0.68	0.48	0.37	0.29	2	0.57	0.34	0.22	0.13
3	0.70	0.54	0.42	0.32	3	0.59	0.38	0.23	0.13
4	0.77	0.60	0.46	0.38	4	0.64	0.38	0.21	0.12
5 – 6	0.77	0.61	0.51	0.42	5—6	0.58	0.33	0.23	0.16
7—10	0.82	0.68	0.55	0.45	7—8	0.54	0.35		
11—15	0.78	0.58	0.44						

Tabelle 4 a.

	Index der Erhaltungstendenz J	Index der Abweichung		$\frac{i_t + i_n}{J}$
		Trocken-Perioden i_t	Niederschlags-Perioden i_n	
Januar	0.285	0.438	0.412	2.98
Februar	0.296	0.455	0.435	3.01
März	0.310	**0.480**	0.439	2.96
April	0.310	0.468	0.421	2.87
Mai	0.300	0.436	0.451	2.96
Juni	0.263	0.395	0.366	2.89
Juli	0.244	*0.341*	0.373	2.93
August	*0.240*	0.361	*0.328*	2.87
September	**0.321**	0.449	**0.456**	2.82
October	0.303	0.464	0.413	2.89
November	0.281	0.422	0.410	2.96
December	0.300	0.451	0.415	2.89
Frühling	0.308	0.464	0.439	2.93
Sommer	0.253	0.376	0.375	2.97
Herbst	0.303	0.444	0.440	2.92
Winter	0.294	0.448	0.422	2.96
Jahr	0.2909	0.436	0.417	2.93

Tabelle 4 b.

	Wahre mittlere Abweichung der Periodenlänge.		Theoretische mittlere Abweichung der Periodenlänge.		Wahrscheinlichkeit eines Wetterwechsels.	
	Trocken-Perioden.	Nieder-schlags-Perioden.	Trocken-Perioden.	Nieder-schlags-Perioden.	wahre.	theoretische.
Januar . .	2.642	1.331	**1.486**	*0.781*	0.3405	*0.4761*
Februar . .	2.485	1.482	1.354	0.836	0.3424	0.4866
März . . .	2.571	1.505	1.336	0.844	0.3366	0.4878
April . . .	2.317	1.537	1.232	0.890	0.3407	0.4940
Mai	1.959	**1.728**	1.106	0.949	0.3489	0.4987
Juni . . .	*1.582*	1.713	*0.957*	**1.087**	0.3679	**0.4991**
Juli	1.836	1.435	1.211	0.900	**0.3743**	0.4950
August . .	2.016	*1.289*	1.287	0.865	0.3733	0.4910
September	2.437	1.544	1.344	0.841	*0.3307*	0.4873
October . .	2.566	1.408	1.376	0.827	0.3380	0.4851
November	2.199	1.479	1.271	0.873	0.3538	0.4919
December .	**2.660**	1.354	1.460	0.792	0.3348	0.4783
Frühling .	2.279	1.594	1.223	0.894	0.3421	0.4944
Sommer . .	1.820	1.495	1.135	0.935	0.3719	0.4979
Herbst . .	2.393	1.477	1.330	0.827	0.3408	0.4883
Winter . .	2.599	1.388	1.435	0.802	0.3391	0.4804
Jahr	2.263	1.492	1.277	0.870	0.3485	0.4915

Ueber die Anzahl der unabhängigen Perioden von eindeutigen Functionen complexen Arguments.

Von

K. VonderMühll.

Zu der sechsten Auflage des elementaren Lehrbuchs der Differential- und Integralrechnung von Lacroix hat Hermite einen kurzen Abriss von der Theorie der elliptischen Functionen hinzugefügt.[1] Im Eingang wird der Satz Jacobis bewiesen, dass eine eindeutige Function einer complexen Veränderlichen nicht mehr als zwei von einander unabhängige Perioden haben kann. Dieser Beweis wird von Hermite rein algebraisch geführt,[2] hiebei aber ein Satz über das Minimum einer ternären quadratischen Form als bekannt vorausgesetzt, während im Uebrigen die Note mit dem ganzen Lehrbuch auf Leser berechnet ist, welche nur mit den Elementen vertraut sind. Dagegen setzen die Rechnungen, durch welche Jacobi seinen Satz begründet hat, besondere zahlentheoretische Kenntnisse nicht voraus; sein Verfahren ist

---

[1]) S. F. Lacroix. Traité élémentaire de calcul différentiel et de calcul intégral. Sixième édition, revue et augmentée de notes par MM. Hermite et J.-A. Serret. Tome second. Paris 1862. — Note sur la théorie des fonctions elliptiques, par M. Hermite, p. 365—491.

[2]) L. c. Proposition de Jacobi, p. 369—372.

jedoch etwas weitläuftig und wenig durchsichtig.[3]) Hierin ist wohl der Grund zu finden, warum Hermite jenen andern viel kürzern Weg eingeschlagen hat, der für die meisten Leser nicht gangbar ist. Daher wird es nicht überflüssig erscheinen, von dem genannten Satze eine einfache und ganz elementare, allerdings nicht rein algebraische, sondern auf geometrische Betrachtungen gegründete Ableitung zu geben.

1. Wir betrachten zunächst eine Function von einer reellen Veränderlichen. Die Werthe der Veränderlichen sind dargestellt durch die Punkte einer geraden Linie, eine Periode der Function durch eine Strecke von gegebener Länge auf der Geraden. Soll eine Function der reellen Veränderlichen x periodisch sein um a, wo a dargestellt wird durch die Länge MA, so hat die Function an Stellen, deren Abstand ein ganzes Vielfaches von a beträgt, gleichen Werth. Wenn also die Function gleichzeitig periodisch sein soll um a und um b, so hat sie denselben Werth in dem beliebig angenommenen Punkt M, in A und in B, wenn

$$MA = a, \quad MB = b.$$

M A B

Daraus folgt weiter, dass die Function auch periodisch ist um AB, oder um

$$AB - n.\, MA = MC,$$

wo n eine ganze Zahl bedeutet. Diese können wir immer so wählen, dass, wenn MA kleiner als MB ist,

$$MC \leqq MA.$$

---

[3]) C. G. J. Jacobi. De functionibus duarum variabilium quadrupliciter periodicis, quibus theoria transcendentium Abelianarum innititur. Crelles Journal, B. 13, p. 55 ff. 1834. — Gesammelte Werke, B. 2, p. 25—31.

Indem wir so weiter gehen, erhalten wir immer kleinere Perioden, und es sind nur zwei Fälle möglich. Entweder findet nach einer endlichen Anzahl von Operationen Gleichheit statt:

$$NP - p . MN = o,$$

wo p eine ganze Zahl bedeutet; daraus folgt zwischen a und b eine Gleichung von der Form

$$n a = m b,$$

wo m und n ganze Zahlen sind; d. h. die beiden Perioden reducieren sich auf die eine

$$\frac{a}{m} = \frac{b}{n}.$$

Oder wenn a und b nicht commensurabel sind, so geht das Verfahren unbegrenzt weiter und führt zu immer kleineren Werthen der Periode. Da der Werth unter jede endliche Grösse sinkt, hat die Function in zwei beliebig nahe gelegenen Punkten der Geraden denselben Werth. Die Function wird also constant, wenn sie zwei von einander unabhängige reelle Perioden a und b haben soll.

2. Betrachten wir nun Functionen complexen Arguments, so werden die Werthe der Veränderlichen

$$z = x + i y$$

dargestellt durch die Punkte einer Ebene. Die Perioden haben im Allgemeinen complex imaginäre Werthe, dargestellt durch Strecken in der Ebene von gegebener Länge und Richtung. Soll also die Function periodisch sein um

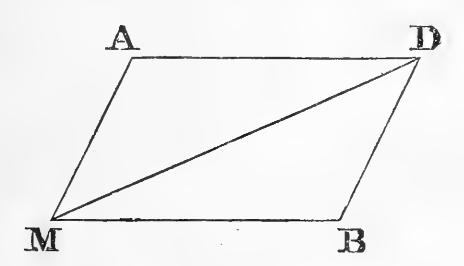
$$a = \alpha + i \beta,$$

wo α und β reelle Grössen bedeuten, und wird die complexe Grösse a dargestellt durch die Strecke MA, so

hat die Function denselben Werth in M und in A. Wird eine zweite Periode

$$b = \beta + i\beta'$$

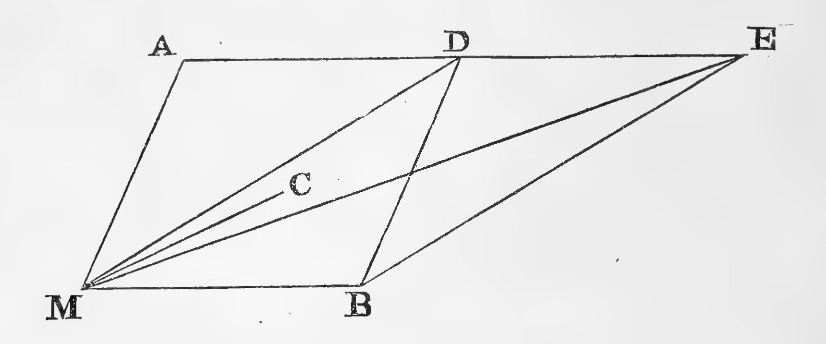
dargestellt durch die Strecke MB, so hat die Function denselben Werth auch in B. Construieren wir dann weiter das Parallelogramm $MADB$ mit den Seiten



MA und MB, so giebt die Diagonale MD eine neue Periode der Function an, abgeleitet aus den beiden andern. Ferner muss die Function an den Stellen innerhalb des Parallelogramms alle Werthe annehmen, welche sie überhaupt erhält; denn wir können von jedem Punkt N der Ebene ausserhalb des Parallelogramms durch Fortschreiten um ganze Vielfache von a in der Richtung MA und um ganze Vielfache von b in der Richtung MB nach einer Stelle im Innern des Parallelogramms gelangen, wo die Function denselben Werth annimmt, wie in N. Wir können endlich statt der beiden Seiten auch die eine derselben und die Diagonale als Perioden der Function nehmen; das Periodenparallelogramm hat denselben Flächeninhalt und die Function erhält innerhalb desselben alle ihre Werthe.

Um nun zu zeigen, dass in diesem Fall die Function nicht mehr als zwei von einander unabhängige Perioden haben kann, nehmen wir an, sie habe die drei Perioden MA, MB und MC. Mit den Seiten MA und MB, welche MC einschliessen, construieren wir das Parallelogramm $MADB$; dann weiter mit der Diago-

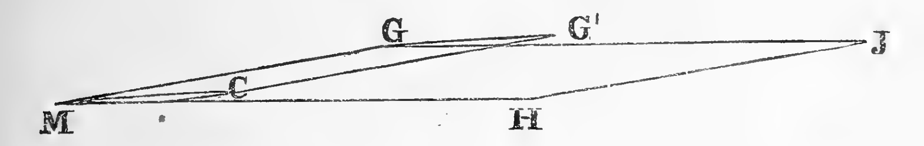
nale und der Seite, welche MC einschliessen, hier also MB, ein neues Parallelogramm $MDEB$, u. s. f. immer



mit der Diagonale und derjenigen Seite, welche die Richtung MC einschliessen, ein neues Parallelogramm. Weil der Winkel des folgenden Parallelogramms um einen endlichen Theil kleiner ist, als der des vorhergehenden, muss die Diagonale der Richtung MC näher und näher kommen. Und zwar sind zunächst zwei Fälle zu unterscheiden: Entweder fällt nach einer endlichen Anzahl von Operationen die Diagonale mit der Richtung MC zusammen, oder dies findet nicht statt.

3. Untersuchen wir zunächst den letztern Fall. Wir gelangen zu Parallelogrammen, deren Seiten die Richtung MC beliebig eng einschliessen; dabei muss die Länge von einer jeden der beiden Seiten über jeden endlichen Werth wachsen. Construieren wir dann ein Parallelogramm mit einer der beiden Seiten und mit MC, so erhält dieses Periodenparallelogramm einen beliebig kleinen Flächeninhalt. Denn dessen Verhältniss zu der endlichen Fläche $MADB$ ist kleiner, als das Verhältniss der endlichen Länge MC zu der Länge der anderen Seite, welche jeden endlichen Werth übersteigt. In umstehender Figur mögen MG und MH die Seiten andeuten, welche MC beliebig eng einschliessen. Dann ist das Verhältniss von dem Flächeninhalt des Parallelo-

gramms $M\,G\,G'\,C$ zu dem Flächeninhalt des Parallelogramms $M\,G\,J\,H$ kleiner, als $M\,C : M\,H$.



Folglich muss die Function in einem Theile der Argumentenebene, dessen Inhalt beliebig klein kann gemacht werden, jeden ihrer Werthe mindestens einmal annehmen; sie hat dann überhaupt nur einen Werth, ist also constant.

4. Wollen wir dies noch weiter ausführen und mit Jacobi nachweisen, dass im Fall von drei unabhängigen Perioden ein Index kann gebildet werden, dessen Modul kleiner ist, als jeder endliche Werth, so schliessen wir folgendermaassen:

Die Stelle G liegt der Geraden $M\,C$ beliebig nahe, ohne in diese selbst zu fallen; denn nehmen wir als Basis des Parallelogramms $M\,G\,G'\,C$ die Periode $M\,C$, so ist jener Abstand die Höhe desselben und damit kleiner, als jeder endliche Werth. Verlegen wir nun die Strecke $G\,G'$ in ihrer Geraden um ein ganzes Vielfaches gegen M hin, so gewinnen wir ein Periodenparallelogramm $M\,G_1\,G_1'\,C$, wo die Seite $M\,G_1$ kleiner als $M\,C$



ist, und wo entweder diese Seite oder die Diagonale $G_1\,C$ kleiner ist als $\frac{1}{2}\,M\,C$; denn G_1 liegt zwischen M und C der Geraden $M\,C$ beliebig nahe. Da sowohl Seite wie Diagonale Perioden der Function darstellen, finden

wir immer einen Index MD, dessen Modul kleiner als $\frac{1}{2}\,MC$ ist:

$$MD < \frac{1}{2}\,MC.$$

Denken wir uns nun dasselbe Verfahren wiederholt mit MD als mittlerer Periode und zwei andern, welche sie einschliessen, so folgt ein neuer Index, dessen Modul kleiner als $\frac{1}{2}\,MD$ ist, u. s. w.

Das Verfahren lässt sich unbegrenzt fortsetzen; sobald man drei von einander unabhängige Perioden wählt, fallen die Richtungen nie zusammen; also wird weder die Seite, noch die Diagonale jemals genau null. Wir können daher immer zu einem Index fortschreiten, dessen Modul kleiner ist als jeder endlich gegebene Werth.

5. Betrachten wir schliesslich den andern Fall, wo nach einer endlichen Anzahl von Operationen die Diagonale in die Richtung MC fällt. Die algebraische Bedingung dafür ist, wenn

$$c = \gamma + i\gamma'$$

gesetzt wird:

$$\frac{m\alpha + n\beta}{m\alpha' + n\beta'} = \frac{\gamma}{\gamma'},$$

wo m und n ganze Zahlen bedeuten. Die Function hat dann die beiden Perioden c und $ma + nb$ in der Richtung MC, und indem wir ebenso, wie bei der Function reellen Arguments schliessen, fragt es sich, ob die beiden complexen Grössen commensurabel sind oder nicht.

Findet das Letztere statt, so muss die Function an allen Stellen der Geraden MC denselben Werth annehmen; sie wird also constant. In dem erstern Falle dagegen sind die drei Perioden nicht von einander unabhängig, sondern sie reducieren sich auf zwei, indem eine Gleichung von der Form besteht:

$$ma + nb + pc = o,$$

wo m, n, p positive oder negative ganze Zahlen bedeuten, oder, wenn wir das Reelle und das Imaginäre sondern,

$$m\alpha + n\beta + p\gamma = o,$$
$$m\alpha' + n\beta' + p\gamma' = o.$$

Auf den besondern Fall, wo zwei von den drei Richtungen MA, MB, MC zusammenfallen, etwa MA und MB, so dass die Determinante $\alpha\beta' - \alpha'\beta$ verschwindet, braucht nun nicht weiter eingetreten zu werden.

Hinterwurzeln und Hinterstränge.

Von

Dr. **Mich. v. Lenhossék.**

Die Hinterwurzeln und Hinterstränge des Rückenmarkes beanspruchen in mehrfacher Hinsicht ein grosses Interesse. Bilden doch erstere laut der grundlegenden Entdeckung des englischen Physiologen Charles Bell eine Strecke jener Bahn, die die sensiblen Erregungen auf ihrem Wege von der Peripherie zu dem Centrum benützen, ein Satz, der angesichts zahlreicher Erfahrungen mit einiger Wahrscheinlichkeit auch auf letztere ausgedehnt werden kann und muss sich doch daher an eine genaue Erforschung ihres Verlaufs bezw. ihrer Zusammensetzung von vornherein ein grosses physiologisches Interesse knüpfen. Indess auch von pathologischer Seite her verdienen diese Theile, zumal die Hinterstränge, eine erhöhte Beachtung. Eine der häufigsten und heimtückischesten Erkrankungen des Markes: die Tabes dorsualis oder Rückenmarksdarre, ein Leiden, dem jährlich viele unserer Mitmenschen erliegen und dem die heutige Medizin noch hülflos als einer unheilbaren Krankheit gegenübersteht, hat in letzteren ihren constanten Sitz. Ein jeder Fortschritt in der Anatomie dieser Stränge muss die Hoffnung eines besseren Verständnisses der mit dieser Krankheit einhergehenden

pathologischen Veränderungen und hierdurch auch des Wesens der Erkrankung selbst erwecken. So sehen wir, dass sowohl von theoretischem wie von medizinisch-praktischem Gesichtspunkte die Frage nach dem Aufbau der in Rede stehenden Bestandtheile des Rückenmarkes ein lebhaftes Interesse wachrufen muss.

Wen sollte daher die emsige Thätigkeit Wunder nehmen, die in der letzten Zeit auf diesem Gebiet entfaltet worden ist. Von allen Seiten her, mit allen Hülfsmitteln der Forschung: mit den Methoden der morphologischen Disciplinen wie mittelst physiologischer Experimente und pathologischer Beobachtungen trachtete man dem schwierigen Gegenstand beizukommen. Sowohl Anatomen wie Vertreter der praktischen Richtung betheiligten sich an der Forschung und wenn wir heute mit einem gewissen Stolze auf die Summe der ermittelten Thatsachen blicken dürfen, so müssen wir anerkennen, dass in der Feststellung derselben beiden Theilen ein gleiches Verdienst zukommt.

Ich bin dem Gegenstande in den letzten Jahren selbst näher getreten (S. Lit. 27, 28), wobei ich hauptsächlich den von Paul Flechsig in der Untersuchung nervöser Centralorgane eingeschlagenen Weg benützte: die verschiedenen Foetalperioden, in welchen die einzelnen Nervenfaserbündel markhaltig werden, zu deren Verfolgung zu benützen. Wenn indess Flechsig und seine Schüler zur Lösung der der Beantwortung harrenden Probleme sich ausschliesslich an das Centralorgan menschlicher Foeten wandten, so glaubte ich angesichts der grossen Resultate, die auf allen Gebieten der Morphologie der vergleichenden Methode entspriessen, meine Untersuchungen weiter ausdehnen und auch Vertreter anderer Wirbelthiergruppen, zunächst anderer Säugethierfamilien in den Kreis derselben ziehen zu sollen.

In der Ueberzeugung, dass die Combination dieser beiden Richtungen: der vergleichend-anatomischen und der entwickelungsgeschichtlichen auf dem Gebiete der Anatomie der nervösen Centralorgane das Meiste verspricht, gedenke ich die von mir nun angetretene Bahn weiter zu verfolgen.

Ich habe diesmal nicht die Absicht, mich ausführlich über meine Untersuchungen auszuweisen, sondern möchte mit Benützung eigener und fremder Erfahrungen ein zusammenfassendes Bild vorlegen, wie man sich an der Hand des bisher Bekannten den Verlauf und die Endigung der sensiblen Wurzeln und den Aufbau der Hinterstränge: jener Bündel, in denen man wohl die weitere Fortsetzung ersterer erblicken darf, vorstellen könnte.

Eine Schilderung der Hinterwurzeln muss naturgemäss von den Spinalganglien ausgehen. Ist doch von His unlängst der gewichtige Nachweis erbracht worden, dass die sensiblen Wurzelfasern sich als centrale Ausläufer der Nervenzellen dieser Ganglien anlegen und mit dem Rückenmark erst nachträglich durch Hineinwachsen in dasselbe verbinden; der Complex dieser in das Mark eindringenden Fortsätze stellt die hintere Wurzel dar. Sie haben also ihr anatomisches und setzen wir hinzu — wie dies die Waller'schen Versuche schon vor Jahrzehnten ergaben — auch ihr trophisches Centrum nicht im Centralorgane selbst, sondern in den kleinen neben demselben liegenden Nervenknoten. Freilich darf man damit nicht etwa die Vorstellung verbinden, dass sie von vornherein etwas dem Rückenmarke fremdes darstellen, indem sich die Spinalganglien auch nur aus dem Rückenmarke abspalten, dessen Bestand-

theile sie in einem frühen Stadium der Entwickelung bilden. — Die Nervenzellen der Spinalganglien sind zwar von den Amphibien herauf bei sämmtlichen Wirbelthieren ausschliesslich oder doch überwiegend unipolar, doch liegt hier im Sinne der Einschaltung derselben in den nervösen Apparat blos eine scheinbare Unipolarität vor, indem ihr Fortsatz nach Ranvier's interessanter Entdeckung in gewisser Entfernung von der Zelle sich ausnahmslos in zwei Aeste spaltet, von welchen der eine zur Peripherie, der andere centralwärts zieht, so dass wir in dem Zellenfortsatz blos die zu einer einheitlichen Nervenfaser zusammengeschmolzenen Anfangsstücke der beiden Ausläufer erblicken dürfen. Ueber allen Zweifel erhoben wird diese Auffassung durch die von His ermittelte, neuerdings auch von Ramón y Cayal (36, p. 91) bestätigte merkwürdige Thatsache, dass die fraglichen Zellen bei Embryonen mit zwei getrennten Fortsätzen versehen sind: erst im Laufe der Entwickelung nähern und vereinigen sich dieselben zu dem unpaaren Zellenstiel. Die diesen Vorgang herbeiführenden Ursachen sind noch nicht festgestellt, doch möchte ich hiefür allerdings ohne einstweilen über directe Beobachtungen zu verfügen gewisse Rücksichten topographischer Natur, die Gruppirung der Zellenhaufen im Verhältniss zu den die Ganglien durchsetzenden und zu letzteren in Beziehung tretenden sensiblen Fasern als maassgebend annehmen. Nur nebenbei möchte ich bei diesem Anlasse auf den, soviel ich sehe, noch von keiner Seite her betonten Umstand hinweisen, dass hier wieder einer jener Fälle vorliegt, wo vergängliche embryonale Einrichtungen bei höheren Wirbelthieren und dem Menschen an jene Verhältnisse anklingen, wie sie uns bei niederen, im vorliegenden Falle bei den Fischen, als zeitlebens bestehend entgegentreten. Bei letzteren

setzen sich nämlich die Spinalganglien vorwiegend aus bipolaren Zellen zusammen, ein Unterschied gegenüber den übrigen Wirbelthieren, der angesichts neuerer Ermittelungen wie wir sehen zu einem sehr nebensächlichen herabgesetzt wird.

Wenn auch die dargelegte Art des Ursprunges für die überwiegende Mehrzahl der sensiblen Wurzelfasern gilt, so hat man doch Grund für eine beschränkte Zahl dieser Elemente eine Ausnahme zuzulassen. Neuere pathologische Erfahrungen — namentlich diejenigen Joseph's — ergeben nämlich, dass nach experimenteller Abtrennung der Spinalganglien eine im Verhältniss zu den übrigen allerdings sehr unbedeutende Gruppe sensibler Wurzelfasern von der sich bei sämmtlichen übrigen einstellenden Degeneration verschont bleibt, für welche daher eine Verbindung mit den Ganglien mit grosser Wahrscheinlichkeit auszuschliessen ist. Hiermit treten nun die bei niederen Wirbelthieren, wie Myxine (Freud) leicht constatirbaren, für die höheren Vertebrata von Kölliker und Schwalbe seit langer Zeit verfochtenen, in letzter Zeit indess etwas in Schwanken gerathenen „durchtretenden Nervenfasern“, d. h. Fasern, die das Ganglion durchsetzen, ohne mit dessen Zellen sich zu verbinden, wieder in ihre vollen Rechte. Wenn es aber auf den ersten Blick scheinen möchte, als ob deren Vorhandensein die durchgreifende gesetzmässige Geltung des His'schen Satzes von der centripetalen Entwickelung sämmtlicher sensibler Fasern etwas fraglich machen würde, so muss ich gleich betonen, dass für dieselben bereits eine zufriedenstellende Erklärung innerhalb des Rahmens dieser Lehre gefunden ist, auf die ich weiter unten zurückzukommen habe.

Verfolgen wir nun die Fortsetzung der Hinterwurzeln in's Rückenmark hinein, so sehen wir zunächst, dass sie bald nach ihrem Eintritt in dasselbe kelchartig nach allen Richtungen auseinander weichen. Je nach den Hauptrichtungen, die ihre divergirenden Bündel in der Querebene des Rückenmarkes einschlagen, zerlegt man sie bekanntlich schon seit längerer Zeit in besondere Abtheilungen. Die am meisten gangbare Eintheilung ist diejenige in eine mediale und laterale Portion. Ich bin auf Grund meiner Untersuchungen dazu gekommen, im Anschluss an W. Krause (23, p. 390) diesen Portionen noch eine mittlere hinzuzufügen. Letztere zieht direct nach vorn, die laterale wendet sich nach aussen, die mediale lenkt zum Theil nach innen ab, zum Theil schliesst sie sich den Elementen der mittleren Gruppe von der medialen Seite her in gleichem Verlaufe an.

Von diesen Portionen ist die mediale diejenige, die uns am Meisten zu beschäftigen hat und zwar nicht nur weil sie den Haupttheil der hinteren Wurzel, vielleicht $^3/_4$ ihrer Elemente, für sich in Anspruch nimmt, sondern auch aus dem Grunde, weil ihr Verlauf und ihre Endigung die mannigfaltigsten, complicirtesten Verhältnisse darbietet. Diese starkfaserige Gruppe ist es, die zu den Hintersträngen Beziehungen eingeht, allerdings nicht in ihrer Gesammtheit, indem eine Abtheilung ihrer Fasern, die ich die Gruppe der geraden Fasern genannt habe, mit Vermeidung der Hinterstränge direct in den medialen Umfang der gelatinösen Substanz einströmt, um nach deren Durchsetzung weiter nach vorne zu ziehen. Jene Fasern, die den „Hinterstrangtheil" der fraglichen Portion darstellen, ziehen in bogenförmigem, dem hinteren und medialen Rand der gelatinösen Substanz sich anschliessenden Lauf nach innen und lenken im Bereich der Burdach'schen Stränge grossentheils in die

Längsrichtung hinüber. Die Umbiegung erfolgt zum überwiegenden Theil nach oben, indess auch nach unten wendet sich eine beschränkte Zahl derselben, wie dies aus jenen von Westphal (50, p. 791), Kahler und Pick (20, p. 200), Strümpell (45, p. 694) und vor Allen von Schultze (40, p. 379) bekannt gemachten Beobachtungen hervorgeht, wo die Läsion der Hinterwurzeln ausser der sehr beträchtlichen aufsteigenden secundären Degeneration auch eine allerdings sehr geringe absteigende zur Folge hatte, die in allen Fällen ein sehr charakteristisches, sich stets gleich bleibendes Gebiet innerhalb des Querschnittes der Burdach'schen Stränge einnahm. Da sie aber nie weiter als bis zu einer Tiefe von 2—3 cm. unterhalb der lädirten Wurzeln zu verfolgen war, so ergiebt sich von selbst der Schluss, dass die fraglichen Elemente sehr bald in die graue Substanz eindringen.

Indem wir nun die Schicksale der medialen Wurzelfasern weiter verfolgen, sehen wir uns veranlasst, an dieser Stelle die Schilderung der Hinterstränge, die eine Fortsetzung derselben bilden, einzuschalten. Eine gesonderte Darstellung von Hinterwurzeln und Hintersträngen kann nicht recht ausgeführt werden, ohne seinem Wesen nach Zusammengehöriges von einander zu trennen.

An den Hintersträngen unterscheidet man seit Burdach Keilstränge und zarte Stränge, oder mit den von Kölliker vorgeschlagenen, in allgemeinem Gebrauch stehenden Bezeichnungen Burdach'sche und Goll'sche. Diese Eintheilung genügt indess heute nicht mehr. Bechterew (3) theilte die Burdach'schen Stränge auf Grund der verschiedenen Perioden, in denen die betreffenden Theile ihre Markscheiden erhalten, in einen vorderen und hinteren-peripheren Abschnitt, für ersteren

reservirte er den von Flechsig für die gesammten Burdach'schen Stränge eingeführten Namen der „Grundbündel der Hinterstränge." Ich sah mich veranlasst, mit Rücksicht auf einige anatomische Merkmale, auf das Auftreten der Myelinscheiden, sowie auch auf die Ergebnisse der Pathologie, diese Eintheilung noch weiter fortzusetzen, indem ich Bechterew's vorderen Abschnitt wieder in zwei Bezirke sonderte, so dass ich nun die Burdach'schen Stränge insgesammt in drei Zonen zerlege: eine vordere, hintere-periphere und mittlere. Für letztere habe ich die Bezeichnung „Einstrahlungszone" vorgeschlagen, aus dem Grunde, weil die bekannten, den hinteren Wurzeln angehörigen Einstrahlungsbündel der Hinterhörner alle dieser Zone entstammen. Die Einstrahlungszone zeichnet sich gegenüber den beiden anderen durch ihren Gehalt an zahlreichen in der Querebene des Rückenmarkes verlaufenden, dem medialen Rand der Hinterhörner zuströmenden Nervenfasern, durch das strahlenartige Convergiren ihrer Glia-septa nach derselben Stelle hin und schliesslich durch die frühe Entwicklung ihrer Markscheiden aus. Die Myelinbildung geht in den drei Zonen in folgender Reihenfolge vor sich: zuerst (bei 28 cm. langen Foeten) erfolgt sie in der Einstrahlungszone, dann (36 cm. l. F.) in der hinteren und zuletzt (45 cm. l. F.) in der vorderen Zone. Ich darf es nicht unerwähnt lassen, dass diese Eintheilung insoweit nicht Anspruch auf Neuheit erheben kann, als sich Andeutungen derselben bereits bei einigen anderen Autoren finden, namentlich wird meine Einstrahlungszone gelegentlich auch in anderen Arbeiten — am ausgesprochensten bei Strümpell (46, p. 742) und Westphal (51, p. 629) — unter dem Namen „Wurzelzone" oder „Wurzeleintrittszone" als selbständiger Theil behandelt.

Bei den engen Beziehungen der Hinterwurzeln zu den Hintersträngen muss es von vornherein wahrscheinlich sein, dass die dargelegte Gliederung durch die Art und Weise bedingt sei, nach welcher die in diesen Strängen aufgehenden sensiblen Fasern sich gruppiren. Wir müssen daher fragen: wie verhalten sich letztere zu diesen drei Zonen? — In dieser Beziehung ergab sich Folgendes. Die in die Burdach'schen Stränge eintretenden sensiblen Fasern lagern sich alle unter Umbiegung in die Längsrichtung der medialen Seite der Hinterhörner im Bereich der Einstrahlungszone an, behaupten indess nicht lange diesen ihren Platz, indem sie theils schon nach kurzer Strecke ihren verticalen Lauf mit einem horizontalen umtauschend in die graue Substanz einströmen, theils aber, insoweit sie sich auf längere Abschnitte des Rückenmarkes erstrecken, den analogen Stücken der nächst oberen Hinterwurzeln Platz machen müssen, wobei sie allmählig in die beiden anderen Zonen der Burdach'schen Stränge und in die Goll'schen hinüberrücken, um daselbst fast bis zu ihrer Endigung zu verbleiben; verbinden sie sich noch innerhalb des Rückenmarkes mit der grauen Substanz, so müssen sie natürlich schliesslich wieder die Einstrahlungszone passiren. Letztere enthält demnach alle kurzen und die Anfangs- und zum Theil auch die Endstücke der längeren Hinterwurzelfasern, die beiden anderen Zonen nur den Hauptheil letzterer.

Obgleich dieser Lauf schon durch die rein anatomische Beobachtung nahegelegt wird, so sind es doch hauptsächlich die Befunde bei der secundären aufsteigenden Degeneration der Hinterstränge, welche eine Feststellung desselben mit der in der Wissenschaft erforderlichen Sicherheit gestatten. Bei der Bedeutung, die dieser Erkrankung für die Anatomie des Rücken-

markes und namentlich der Hinterstränge zukommt, erscheint es gerechtfertigt, wenn ich sie hier etwas einlässlicher zur Sprache bringe. Die Entdeckung derselben knüpft sich an den Namen Türck's, der im Jahre 1851 die ersten hierhergehörigen Fälle anatomisch untersuchte und bekannt machte. Die seitdem bekannt gewordenen Arbeiten über diesen Gegenstand lassen sich ihrem Inhalte nach in zwei Kategorieen bringen.

1) Experimentelle Untersuchungen, d. h. künstlich, durch Durchschneidung der Hinterwurzeln oder gewisser Theile des Rückenmarkes an Thieren, zumal an Hunden veranlasste Degenerationen: Schiefferdecker (1876), Singer (1881), Kahler (1882), Homén (1885), Löwenthal (1885 und 1888), Borgherini (1886), Oddi und Rossi (1890).
2) Pathologisch-anatomische Beobachtungen an erkrankten menschlichen Marken: Bouchard (1866), Barth (1869), W. Müller (1871), Lange (1872), Schüppel (1874), Flechsig (1876), Kahler und Pick (1880 und 1881), Schultze (1883), Hofrichter (1883) u. A. Die belangreichsten und überzeugendsten Arbeiten auf dem in Rede stehenden Gebiet sind wohl — unbeschadet des Werthes der übrigen — diejenigen Türck's (48), Schiefferdecker's (39), Singer's (43) und zumal Schultze's (40).

Alle diese Beobachtungen ergaben nun in sehr übereinstimmender Weise, dass die Hinterstränge — im Anschluss an eine Läsion, sei es eine Compression, sei es eine Zerreissung des Rückenmarkes oder auch an eine acute Myelitis — einer aufsteigenden Entartung anheimfallen, die, wenn ihr zu ihrer Entwickelung die erforderliche Zeit gegeben ist, allerdings unter allmähliger

Reduction, sich bis in das Gebiet des verlängerten Markes erstreckt, um in der Höhe der bekannten Hinterstrangkerne ihr Ende zu finden. Hiebei nimmt das Degenerationsfeld je nach der Höhe des Rückenmarkes ein verschiedenes Gebiet ein; über der Stelle der Beschädigung entspricht es stets der Einstrahlungszone, weiter nach oben rückt es allmählig gegen die Mittellinie zu und zwar ohne irgendwelche Berücksichtigung der Grenzen der Goll'schen Stränge: die Hinterstränge verhalten sich eben in dieser Beziehung als ein einheitliches Ganzes. Einem jeden Nerven scheint hierbei für seine centralen Fortsetzungen ein bestimmtes Areal auf dem Querschnitte der Hinterstränge zuzukommen, freilich unter Zulassung gelegentlicher unbedeutender Verschiebungen. Bei Läsion der Ischiadicuswurzeln erkrankt z. B. ein Faserzug, der schon im Brustmark in den Goll'schen Strängen seine Lage hat, im Bereich des Halsmarkes aber sich völlig in den hinteren Theil derselben zurückzieht. Es liess sich das gesetzmässige Verhalten feststellen, dass die Fortsetzungen der in der Richtung von unten nach oben folgenden Nerven sich stets lateralwärts von einander ablagern und in dieser Weise dann in ihrer Gesammtheit den Hauptttheil der Hinterstränge constituiren. Wenn auch die successive Abnahme der Degenerationsbündel in centripetaler Richtung auf eine Endigung der Mehrzahl ihrer Fasern im Bereich des Rückenmarkes hinweist, so bleibt immerhin noch eine Gruppe, die sich bis in das Gehirn hinauf verfolgen lässt und als centrale Bahn der Hinterwurzeln — allerdings mit der Beschränkung: blos bis in das Gebiet der Med. oblongata hinauf — aufzufassen ist.

Wie überzeugend auch die geschilderten Beobachtungen nach dieser Richtung hin sprechen, so ist den daraus gezogenen Folgerungen — namentlich bezüglich

des Bestehens der geschilderten centralen Fortsetzungen — der Widerspruch nicht erspart geblieben. Die Opposition ist von Russland ausgegangen: Rossolymo (38, p. 301) und der hervorragende russische Neurologe W. Bechterew (4, p. 130) haben sich sehr entschieden gegen deren Existenz ausgesprochen. Ersterer gründete seinen Widerspruch auf die Beobachtung eines Falles, wo im Rückenmarke eines Meerschweinchens, dem die Ischiadicuswurzeln durchschnitten wurden, die Goll'schen Stränge intact, die Burdach'schen aber blos in der Nähe der durchschnittenen Nerven und nur im Gebiet der Einstrahlungszone sich erkrankt fanden. Die Degenerationsbilder, über welche Rossolymo berichtet, decken sich also vollständig mit denjenigen, die man bei Mensch und Hund unmittelbar über der Läsionsstelle erhält und man kann nicht umhin zu vermuthen, entweder habe dieser Forscher nur die in der Nähe der lädirten Nerven befindlichen Partieen des Rückenmarkes untersucht, ohne auch dessen obere Abschnitte durchforscht zu haben — aus dem im Neurologischen Centralblatt erschienenen sehr knappen Referate erfährt man hierüber leider nichts Bestimmtes — oder ist in dem betreffenden Falle der Degeneration nicht die genügende Zeit gelassen worden, um sich auf die weiteren Fortsetzungen der erkrankten Fasern fortzupflanzen, wobei dann — angesichts der zwischen Läsion und Tod verflossenen Frist von 5 Monaten — für das Meerschweinchen ein ausnehmend langsames Fortschreiten dieses Processes anzunehmen wäre. Schliesslich ist zu betonen, dass man in der Uebertragung derartiger Schlüsse von Thier auf Mensch unter allen Umständen sehr behutsam sein muss. Wissen wir doch, wie verschieden sich die Verhältnisse der Sehnervenkreuzung, des Verlaufs und der Mächtigkeit der Pyramidenbahnen gestalten, viele Thiere, und zwar nicht

gerade die niedrigsten, besitzen letztere gar nicht u. s. w. Es ist sehr leicht denkbar, dass jene centralen sensiblen Bahnen, die für den Menschen sicher nachgewiesen sind, dem Meerschweinchen in der That abgehen. — Bechterew's Ansicht, dass „alle Fasern der hinteren Wurzeln früher oder später in die graue Rückenmarkssubstanz treten", wurde von diesem Forscher hauptsächlich mit Rücksicht auf jene Beobachtung ausgesprochen, derzufolge der hintere-periphere Theil der Burdach'schen Stränge, sowie die Goll'schen Stränge in späterer Periode mit Markscheiden ausgestattet werden als die Bestandtheile der inneren, starkfaserigen Wurzelportion, daher also nach Bechterew's Dafürhalten zwischen diesen Theilen keine Beziehungen statthaben können. Nun ist es von vornherein fraglich, ob man überhaupt derartigen Thatsachen, gegenüber den unzweifelhaft beweiskräftigeren Ergebnissen der secundären Degeneration, nach dieser Richtung hin eine solche Bedeutung zuerkennen dürfe? Dass dieselben übrigens nicht gegen die fragliche Annahme sprechen, glaube ich sogleich beweisen zu können. Die Erscheinungen der secundären Degeneration sucht Bechterew durch Hinweis auf jene von mehreren Seiten veröffentlichte Beobachtung zu erklären und ihrer Beweiskraft zu entkleiden, nach welcher die Degeneration der Nervenfasern mitunter nicht nur auf die Nervenzellen, mit denen dieselben zusammenhängen, sich erstrecken, sondern über letztere hinweg auf die Nervenfasern jenseits derselben übergreifen kann, ein Einwand indess, der im vorliegenden Falle, wo das Degenerationsbündel der grauen Substanz nicht nur nicht näher kommt, sondern sich allmählig von derselben entfernt, wo also eine Einschaltung von Nervenzellen geradezu undenkbar erscheint, schlechterdings von der Hand zu weisen ist.

Auch die continuirliche Zunahme der Hinterstränge an Volumen macht die Annahme solcher aufsteigender Fortsetzungen sehr wahrscheinlich. Stilling, Flechsig u. A. haben hierüber sehr genaue Messungen angestellt. Dem grossen Werke des letzteren (9, p. 550) entnehmen wir folgende Angaben. Setzt man den Querschnitt der gesammten weissen Substanz = 100, so bilden hiervon die Hinterstränge:

in der Höhe des	N. cerv. III	= 396
	N. dors. VI—VII	= 156
	N. lumb. IV—V	= 212

Die Abnahme vom Lumbal- zum Dorsalmark beträgt 26,5 %, erscheint also im Vergleich zur grossen Differenz in der Mächtigkeit der entsprechenden Hinterwurzeln viel zu gering, als dass man nicht eine Beeinflussung derselben durch den centripetalen Lauf eines Theiles der in die Lumbalanschwellung eintretenden sensiblen Wurzeln annehmen müsste. Noch beweisender in diesem Sinne ist aber der mächtige Zuwachs der Hinterstränge im Bereich der Halsanschwellung im Verhältniss zur Lendenanschwellung, sie sind in der ersteren fast um das Doppelte umfangreicher als in der letzteren, eine Thatsache, die angesichts des Umstandes, dass die Cervicalwurzeln an Stärke hinter den unteren Wurzeln zurückstehen, blos in der Anwesenheit diesen Theil passirender, zumindest die Hälfte der Hinterstränge ausmachender langer Bahnen ihre Erklärung finden kann.

Wenn Bechterew seinen Widerspruch hauptsächlich darauf stützt, dass die Goll'schen Stränge später markhaltiger werden als die medialen Hinterwurzelfasern, deren Fortsetzungen sie demnach nicht bilden können, so müssen wir die Beweiskraft dieses Argumentes insofern in Abrede stellen, als es leicht denkbar, ja sogar wahrscheinlich ist, dass die langen, aufwärts ziehenden Fa-

sern der Hinterwurzeln nicht in ihrer ganzen Ausdehnung auf einmal, sondern progressiv, in aufsteigender Richtung ihre Markscheiden erhalten, dergestalt, dass während ihre Anfangsstücke mit solchen bereits ausgestattet sind, ihre weiteren Fortsetzungen dieser Scheiden noch völlig entbehren. Haben wir doch ein Beispiel für eine solche Art der Myelinbildung in den Pyramidenbahnen, die nach Flechsig's Entdeckung beim Menschen und laut meiner Befunde auch bei Säugethieren nicht auf einmal, sondern successiv in absteigender Richtung sich mit Myelin belegen. Wenn auch bisher beim Menschen bezüglich der Goll'schen Stränge hiefür sprechende Beobachtungen nicht beigebracht sind, so gelang es mir bei der Maus durch Vergleichung verschiedener Entwickelungsstadien einen solchen Gang der Markbildung innerhalb der fraglichen Stränge nachzuweisen. Uebrigens ist bei Foeten der Unterschied in der Markhaltigkeit zwischen den einzelnen Abtheilungen der Hinterstränge in den meisten Fällen ein etwas verschwommener, durch Uebergänge vermittelter. Im Rückenmarke 28 cm. langer Früchte erscheint von letzteren blos die Einstrahlungszone markhaltig, doch zeigen sich schon auch in den beiden anderen Burdach'schen Zonen, sowie in den Goll'schen Strängen die Anfänge der Markbildung. Nun folgt die vordere Zone, die bei 36 cm. langen Foeten mit der mittleren zu einem gemeinsamen, total markhaltigen Felde zusammenfliesst; mittlerweile haben indess auch die übrigen Theile beträchtliche Fortschritte gemacht, doch findet der Process in denselben erst bei 45 cm. Länge, aber stets gleichzeitig seinen Abschluss. — Schliesslich möchte ich bemerklich machen, dass jene grosse Differenz bezüglich der Markbildung zwischen Hinterwurzeln und Goll'schen Strängen, wie sie Bechterew angiebt, meinen Beobachtungen gemäss nicht vor-

handen ist. Bei 28 cm. langen Früchten lässt die mediale Portion erst eine ganz geringe Zahl von Markfasern erkennen, sie nimmt bei 36 cm. Länge in dieser Beziehung beträchtlich zu, doch stellt sie sich erst zur Zeit der Geburt als völlig myelinhaltig dar.

Aus dem Dargelegten geht also hervor, dass der Gliederung der Hinterstränge in Burdach'sche und Goll'sche Stränge nicht die ihr früher beigelegte systematische Bedeutung zukommt: die Elemente letzterer entstammen ebenfalls den Hinterwurzeln, allerdings sind es zumeist aus den Ichiadicuswurzeln herkommende und ausschliesslich lange Fasern, während in den Burdach'schen Strängen mehr die Dorsal- und Halsnerven vorwiegen und ausser langen auch zahlreiche kurze Fasern vertreten sind. „Weder in physiologischer noch in pathologischer Hinsicht besitzt eines dieser Gebiete eine Sonderstellung.“ (Kahler, 18, p. 230.)

Diejenigen Forscher, die den Ergebnissen der sec. Degeneration ungläubig gegenüberstehen, müssen natürlich eine andere Erklärung für die Herkunft der Goll'schen Stränge heranziehen. So lässt Takács (47) deren Bestandtheile ausschliesslich aus den Clarke'schen Säulen entspringen, während Bechterew (4, p. 133) sie aus zwei verschiedenen Bezirken der grauen Substanz: aus den Clarke'schen Säulen und den „unmittelbar vor der Rolando'schen Substanz gelegenen kleinen sensitiven Zellen“ herleitet. Ich selbst habe mich in einer früheren Arbeit über das Mäuserückenmark (27, p. 118) allerdings mit grosser Reserve dahin ausgesprochen, dass „die Fasern der Goll'schen Stränge allem Anscheine nach aus der vor der Rolando'schen Substanz befindlichen grauen Substanz entspringen“ — eine Ansicht, von der ich mich, wie es aus meinen bisherigen Aeusserungen hervorgeht, nunmehr ganz losgesagt habe, wozu mich

einerseits die Verhältnisse der secundären Degeneration, mit denen ich mich erst in der letzten Zeit eingehender befasste, andererseits Untersuchungen am menschlichen Marke geführt haben.

Aus den Clarke'schen Säulen beziehen die Goll'schen Stränge gewiss keine einzige Faser — dies musste ich bereits in der angeführten Arbeit bestimmt aussprechen. Als hauptsächliche Ursprungsquelle derselben wurden sowohl von mir wie von Bechterew jene zarten Elemente in Anspruch genommen, die aus der hinteren Commissur auf dem Wege des Septum posterius direct nach hinten ziehen, um in die Goll'schen Stränge einzutreten. Diese Fasern lassen sich nun bei jenen Thieren, die eine ansehnliche hintere Commissur aufweisen, wie z. B. die Maus, das Meerschweinchen, leicht beobachten, sind aber beim Menschen, wo die Commissur eine sehr schwache Entwickelung erkennen lässt, so spärlich, dass sie für den Aufbau der Goll'schen Stränge bei Weitem nicht zureichen würden, und höchstens einem ganz geringen Theile derselben als Ursprungsquelle dienen könnten. — Uebrigens setzt sich die hintere Commissur meinen neueren Untersuchungen zu Folge ebenfalls hauptsächlich aus Hinterwurzelfasern zusammen, so dass es sehr fraglich ist, ob die in Rede stehenden Elemente nicht auch in diese Kategorie gehören.

Wenn wir nun zu den Hinterwurzeln zurückkehren, so müssen wir vor allen Dingen auf den nicht unwesentlichen Fortschritt hinweisen, der in der Erkenntniss derselben durch den von Lissauer (30) gelieferten Nachweis angebahnt wurde, dass die gröberen und feineren Fasern, die im freien Abschnitt der Hinterwurzeln regellos vermischt sind, innerhalb des Rückenmarkes sich zu besonderen Bündeln gruppiren, eine Angabe, die von allen Forschern, von denen bisher Aeusserungen

hierüber vorliegen, wie Bechterew (4, p. 126), Kahler (19, p. 194), Obersteiner (35, p 187) und Edinger (8, p. 121), in einstimmiger Weise bestätigt worden ist und die ich ebenfalls zu constatiren vermag. Die den grössten Theil der sensiblen Wurzeln ausmachenden breiteren Elemente wenden sich medianwärts und nach vorne und stellen die mediale und mittlere Portion dar, die spärlichen zarten lenken als laterale Portion nach aussen ab. Letztere zeichnet sich — wie ich in Uebereinstimmung mit Bechterew angeben kann — durch das späte Auftreten ihrer Markscheiden aus, eine Thatsache, die einen neuen Beleg jenes von mir (27, p. 98) ausgesprochenen Satzes darstellt, nach welchem die Reihenfolge der Markentwickelung in gesetzmässiger Beziehung geschehe zu der Dicke der betreffenden Axencylinder, dergestalt dass die breiteren sich früher mit Mark umscheiden als die schmäleren.

Betrachten wir zunächst die Schicksale der feinfaserigen lateralen Portion, die bei der hierüber bestehenden Uebereinstimmung am leichtesten geschildert werden kann. Die hierher gehörigen Fasern versammeln sich zunächst an der Kuppe der gelatinösen Substanz zu einem locker gefügten Längsbündel, der „Randzone“ Lissauer's, oder der „Markbrücke“ Waldeyer's (49, p. 21), die je nach Höhen des Rückenmarkes von sehr verschiedenem Querschnitt ist: im Lendenmark erscheint sie saumartig, in querer Richtung ausgezogen, im Halstheil hingegen von rechts nach links zusammengeschnürt, sagittal-länglich. Ihre Zunahme im Bereich der Anschwellungen und Abnahme zwischen denselben weist auf eine kurze Bahn hin. Dem entspricht auch die Beobachtung, dass sie in demselben Maasse, als sie continuirlich neue Bestandtheile aus den Hinterwurzeln aufnimmt, auch stetig feine Fasern abgiebt, die durch den lateralen Ab-

schnitt der gelatinösen Substanz hindurch nach vorne ziehen, um in das die Concavität dieser Substanz ausfüllende und von Lissauer als „spongiöse Zone der Hinterhörner“, von Waldeyer (49, p. 20) als „Kern der Hinterhörner“, bezeichnete dichte Fasernetz einzutreten. Das Netzwerk beherbergt auch Ganglienzellen. Möglicherweise gehen die Fasern auch zu dem, allerdings sehr ärmlichen, ebenfalls spärliche Nervenzellen enthaltenden Fasernetz im hintersten, durch eine besondere Beschaffenheit sich auszeichnenden schmalen, halbmondförmigen Abschnitt der Rolando’schen Substanz („Zonalschicht“, Waldeyer) Beziehungen ein. Ueber die weiteren Schicksale dieser Fasern lässt sich noch nichts Bestimmtes aussagen, im Besonderen ist es noch durchaus problematisch, ob sie innerhalb der genannten Fasernetze einfach frei endigen, oder wie es B e c h t e r e w mit wenig begründeter Positivität behauptet, mit den in dieselben eingelagerten Zellen in Verbindung treten. Am besten sehen wir die Randzone beim Menschen entwickelt, bei Carnivoren ist sie viel schwächer vertreten und fehlt bei Kaninchen, Meerschweinchen, Maus ganz; bei Erkrankungen des Markes, zumal bei Tabes, kommt ihr laut den Erfahrungen Lissauer’s ein selbstständiger Charakter zu, so dass sie nach allen Richtungen hin die Berechtigung eines eigenen Bündels der weissen Substanz besitzt. B e c h t e r e w möchte ihr auch in physiologischer Hinsicht einen solchen Charakter zuerkennen, indem er auf Grund eigener Thierversuche in den feinen lateralen Fasern und in der ihre Fortsetzung bildenden Randzone den eigentlichen sensiblen, zur Leitung sensibler Reize dienenden Theil der Hinterwurzeln erblickt, den übrigen gröberen Fasern hingegen blos die Leitung des Muskelgefühles zuspricht, eine Hypothese, der man von vornherein die Thatsache entgegenhalten muss, dass

die hintere Commissur, in der ohne Frage theilweise das anatomische Substrat für die aus den Erfahrungen der Pathologie unabweislich hervorgehende Kreuzung der sensiblen Bahnen gegeben ist, ihre Elemente zum grossen Antheile aus der grobkalibrigen medialen und mittleren, und nicht aus der lateralen Portion bezieht.

Die mittlere Portion lässt bei dem Menschen verhältnissmässig schwache Entwickelung erkennen, während sie bei manchen Thieren, vor allen beim Meerschweinchen eine sehr ansehnliche Gruppe darstellt, und ich gestehe, dass ich nur mit Berücksichtigung der Befunde bei Thieren dazu gekommen bin, sie auch beim Menschen als selbstständige Portion von der medialen abzutrennen. Sie betritt den mittleren Abschnitt der gelatinösen Substanz, die sie in der Richtung nach vorn durchsetzt und biegt an deren vorderem Rande sowohl auf- wie absteigend, unter Bildung jener Bündel, die von Kölliker schon vor längerer Zeit (22, p. 262) als „Längsbündel der Hinterhörner“ eingeführt worden sind, in die Längsrichtung um. Ueber den weitern Lauf ihrer Fasern liess sich Folgendes ermitteln. Sie lenken allmälig wieder in die horizontale Richtung ein; ein Theil betheiligt sich an der Bildung der hinteren Commissur, einige Fasern wenden sich direct nach vorn, um zum Theil schon im Gebiet der Hinterhörner zu endigen, zum Theil sich im Netzwerk der Vorderhörner zu verlieren, andere lassen sich schliesslich in den medialen Abschnitt der Seitenstränge verfolgen, wo sie sich der weiteren Beobachtung entziehen. Ueber den definitiven Verbleib all' dieser Elemente lässt sich nichts Bestimmtes aussagen.

Die Bestandtheile der mächtigen, starkfaserigen medialen Portion sondern sich, wie bereits angeführt, sogleich in zwei Gruppen: in einen directen Hinterhorn-

antheil („gerade Fasern") und einen Hinterstrangantheil. Erstere begeben sich durch den medialen Abschnitt der Rolando'schen Substanz in gestrecktem Lauf in die Hinterhörner, letztere werden in bereits geschilderter Weise zu Bestandtheilen der Hinterstränge, lenken aber zum grossen Theile nach kürzerer oder längerer Strecke aus ihrer aufsteigenden Richtung in die Horizontalebene hinüber und strömen in der Gestalt sehr charakteristischer, bogenförmig geschwungener Züge („Einstrahlungsbündel") in die graue Substanz ein.

Der weitere Lauf der fraglichen Fasern ist ein verschiedener. Die Mehrzahl derselben schlägt die Richtung der Vorderhörner ein: die starken, nach vorn hinstrebenden Bündel weichen, bevor sie noch deren Grenze überschritten, kelchartig auseinander, um im centralen, durch ein Fasergewirr dargestellten Theil, sowie zwischen den lateralsten Nervenzellen derselben sich aufzulösen. Ein directer Uebergang in die grossen vielstrahligen Ganglienzellen ist, ob zwar von manchen Seiten mit grosser Bestimmtheit proclamirt, bis jetzt nicht nur nicht erwiesen, sondern in Ansehung neuerer Untersuchungen sogar unwahrscheinlich. Bei Läsion der Hinterwurzeln wurde allerdings mehrfach (z. B. in Rossolymo's Fall) ein Lichterwerden des Vorderhornnetzes beobachtet, an den Zellen selbst sind indess — soweit ich in die Literatur Einsicht genommen habe — bisher keine Veränderungen angetroffen worden, was indess eine indirecte, durch das Nervennetz vermittelte Verbindung noch nicht ausschliessen würde.

Obwohl für eine Betheiligung der Hinterwurzelfasern an der Bildung der vorderen Commissur viele und namhafte Forscher, wie Krause, Schwalbe (42, p. 359), Lissauer, Bechterew, Kahler, Obersteiner, Waldeyer (49, p. 12), eingetreten sind, so muss

ich mich doch auf Grund meiner Untersuchungen gegen dieselbe aussprechen. Dagegen bezieht die hintere Commissur unzweifelhaft sowohl aus der medialen, wie auch aus der mittleren Portion einige Fasern. Laut Bechterew's Befunden sollen sich an dieser Kreuzung blos die zarten Elemente der lateralen Gruppe betheiligen, eine Angabe, die Bechterew mit Rücksicht auf jene seine Beobachtung aufstellte, derzufolge die Commissur bei Neugeborenen, wo die starken Wurzelfasern bereits so gut völlig markhaltig sind, noch ganz marklos erscheine. Dem gegenüber möchte ich betonen, dass meine Erfahrungen ein anderes Verhalten ergeben: ich fand in der Commissur bereits bei 36 cm. langen Früchten einige myelinhaltige Elemente; dieselben nehmen bis zur Zeit der Geburt allmälig zu und gehören der mittleren und inneren Portion an; die feinen lateralen Elemente gehen zu ihr, soviel ich finde, keine Beziehungen ein.

Bei keinem der bisher geschilderten Verlaufswege ergab sich also eine unmittelbare Verbindung mit Nervenzellen; die Grenze der Beobachtung war bei allen gegeben in der Bestimmung der Stelle, wo die Fasern sich der weiteren Beobachtung entziehen, des Netzwerkes, in welches sie eintreten. Nun aber kennen wir doch eine Endigung, die höchst wahrscheinlich eine direct celluläre ist: es ist das diejenige in den Clarke'schen Säulen. Dieselben stellen unzweifelhaft sehr wichtige Endigungskerne der sensiblen Fasern dar; sie nehmen im Bereich ihrer stärksten Entwickelung deren grössten Theil für sich in Anspruch. Schon ihre Gestalt weist auf eine innige Verknüpfung mit denselben hin, indem sie auf dem Höhepunkt ihrer Entfaltung von birnförmigem Querschnitt erscheinen mit konisch sich verjüngendem Anschluss an die in sie eindringenden

Bündel der medialen Portion, eine Form, die am ausgesprochensten bei Foeten zur Anschauung kommt.

Zuweilen begegnet man — zumal an foetalen Marken — dem sonderbaren Verhalten, dass sich einige Zellen aus dem Verbande dieser Säulen loslösen und vereinzelt zwischen den Fasern der medialen Portion, mit denen diese exquisit spindelförmigen Elemente stets parallel gelagert sind, im Bereich der Einstrahlungszone der Burdach'schen Stränge ihre Lage haben; sie rücken zuweilen bis zur Stelle des Wurzeleintrittes. Ich führe diese auf den ersten Blick vielleicht an sich unbedeutend erscheinende Beobachtung an, weil ich einmal darin ebenfalls eine Stütze der soeben als wahrscheinlich erklärten directen Verbindung erblicke, andererseits aber sie meiner Meinung nach geeignet scheint, auf die Bedeutung der Clarke'schen Säulen, bezw. der Spinalganglien einiges Licht zu werfen. In letzterer Beziehung ist zunächst vorauszuschicken, dass G. Rattone (37, p. 53) vor einigen Jahren die interessante Entdeckung veröffentlicht hat, dass die hinteren Wurzeln in ihrem freien Abschnitt und zwar in der ganzen Strecke zwischen Mark und Ganglion mitunter einige versprengte Nervenzellen nach Art derjenigen der Spinalganglien beherbergen. Nun könnte man in den soeben beschriebenen Zellen eine Fortsetzung dieser zerstreuten Elemente in das Rückenmark hinein erblicken, so dass man mithin den Eindruck einer fortlaufenden, allerdings von spärlichen, in weiten Abständen von einander stehenden Zellen gebildeten Kette erhalten würde, durch welche gewissermassen der Zellhaufen der Spinalganglien mit den Clarke'schen Säulen in Verbindung gesetzt wäre. Ist die Auffassung richtig, so erkennen wir hierin eine Andeutung der bei Petromyzon bestehenden Verhältnisse, wo nach Freud's Darstellung (12, p. 139) die

Zellen der Spinalganglien nicht alle ausserhalb des Markes liegen, sondern theilweise in zerstreuter Anordnung sich in dessen Hinterhörner erstrecken. Der Schluss, den ich aus vorliegender Beobachtung ziehen möchte, geht dahin, dass Clarke'sche Säulen und Spinalganglien homologe Zellenansammlungen darstellen, und dass letztere abgetrennte Theile ersterer repräsentiren. Lehrt doch die Entwickelungsgeschichte (Balfour, Schenk), dass sich die Wurzelganglien aus dem Marke ablösen, ein Vorgang, der sich in der Phylogenese gleichsam abspiegelt: Amphioxus besitzt nämlich noch gar keine Spinalganglien, bei Petromyzon sind solche bereits in Erscheinung getreten, jedoch, wie wir hörten, noch nicht in ganz abgetrennter Form, gleichsam einen Fortsatz des Rückenmarkes darstellend, erst bei höheren Gattungen erfolgt eine vollständige Ablösung und selbstständige Gruppirung derselben. Die Clarke'schen Säulen würden demgemäss eine an ihrer ursprünglichen Bildungsstätte verbliebene Gruppe jener, ihrer Bedeutung nach zusammengehörigen, gegenüber den andern Nervenzellen des Medullarrohres genetisch eine selbstständige Stellung einnehmenden Ganglienzellen darstellen, aus deren centripetalen und centrifugalen Ausläufern die hinteren Wurzeln, bezw. peripherischen Empfindungsnerven sich aufbauen. Eine definitive Bestätigung dieser als Hypothese hingestellten Auffassung dürfen wir von der directen, genauen Verfolgung der fraglichen Entwickelungsvorgänge am Marke erwarten.

An dieser Stelle bietet sich der Anlass, auf die eingangs zur Sprache gebrachten „durchtretenden Nervenfasern" der Spinalganglien, bezüglich deren eine Erklärung in Aussicht gestellt wurde, zurückzukommen. Obwohl directe Beobachtungen hiefür noch nicht beigebracht sind, so glaube ich doch mit Edinger die

Annahme als sehr wahrscheinlich hinstellen zu dürfen, dass man es hier mit peripherischen Ausläufern der Zellen der Clarke'schen Säulen zu thun habe. Sind letztere wirklich den spinalen Ganglienzellen gleichzustellen, so müssen sie in derselben Weise wie diese mit einem centralen und einem peripheren Fortsatz ausgestattet sein. Dass dies in der That der Fall ist, legt uns schon die directe Beobachtung als wahrscheinlich nahe. Die peripheren Ausläufer gesellen sich zu den sensiblen Wurzeln und stellen, da sie natürlich zu den spinalen Ganglienzellen keine Beziehungen einzugehen haben, die fraglichen durchtretenden Fasern dar. Auch hierin wird die Embryologie das letzte Wort zu reden haben; ist die Annahme zutreffend, so dürfen wir voraussetzen, dass einmal solche Fasern in grösster Zahl in jenen Wurzeln vertreten sind, die aus der mit Clarke'schen Säulen ausgestatteten Gegend des Rückenmarkes ihren Ursprung nehmen, zweitens dass für einen Theil der sensiblen Fasern in diesem Gebiete embryologisch eine centrifugale Entwickelung sich nachweisen wird lassen. Aber auch die Pathologie kann ihr Schärflein zur Lösung der Frage beitragen, indem sie etwa den Nachweis führt, dass nach Durchschneidung der Hinterwurzeln die zu den Clarke'schen Säulen gehörenden sensiblen Fasern auf dem Rückenmarksquerschnitte intact bleiben.

Auch die Form der in den Clarke'schen Säulen befindlichen Zellen lässt sich für die dargelegte Hypothese verwerthen. Diese Elemente lassen nämlich sehr häufig nicht jene unregelmässige rundliche Form erkennen, wie die Mehrzahl der übrigen Ganglienkörper des Rückenmarkes, sondern sind oft von länglicher, spindelförmiger Gestalt, von derselben also, die die spinalen Ganglienkörper der Embryo's nach His darbieten. Wäh-

rend letztere aber im Laufe der weiteren Entwickelung, wohl zu Folge mechanischer, in der Anordnung der Elemente begründeter Ursachen sich zu mehr rundlicher Form zusammenballen und ihre beiden Ausläufer zu einem einzigen verlöthen, bleiben die Clarke'schen Zellen in dieser Beziehung auf mehr embryonaler Stufe stehen, wobei sie andererseits durch Austreibung verzweigter Dendritenfortsätze sich dem Rückenmarktypus anschliessen. Um noch einige Besonderheiten dieser Zellen zu erwähnen, sei darauf hingewiesen, dass sie mit ihrer Längsachse in den meisten Fällen sagittal gestellt sind und dass ihr Körper sehr häufig, abgesehen von einigen seitlichen Protoplasmafortsätzen, nach vorne und hinten in je einen starken Ausläufer übergeht, die an Querschnitten mitunter noch eine Strecke weiter zur Beobachtung kommen. Wenn eine Verbindung von Wurzelfasern mit den in Rede stehenden Zellen in der That besteht, so ist der hintere Ausläufer als derjenige zu bezeichnen, durch den dieselbe vermittelt wird. Der vordere Fortsatz kann ein protoplasmatischer sein, ist aber die eben angeführte Analogie richtig, so wird man nicht umhin können, ihn ebenfalls als Nervenfortsatz anzusprechen. Fragt man nach dessen Bedeutung und Verlauf, so bieten sich mehrere Möglichkeiten, die vielleicht alle realisirt sind. In erster Linie kann er sich fortsetzen — und dies ist zunächst am wahrscheinlichsten — in jene, schon von Gerlach (13, p. 688) erwähnten und abgebildeten Bündel, die von Flechsig (9, p. 295) als „horizontale Kleinhirnbündel" eingeführt worden sind. Dieselben entspringen mit convergirenden Fasern aus dem vorderen Umfang der Clarke'schen Säulen, machen aber bald eine plötzliche Schwenkung nach aussen, um in querem Verlaufe sich in die Seitenstränge zu begeben. Sie treten bei 36—40 cm. langen Foeten durch ihre bereits völlig

angelegten Markscheiden mit um so überraschenderer Deutlichkeit hervor, als jene Theile der grauen Substanz, die sie zu durchsetzen haben, um diese Zeit noch ganz faserlos sind. Flechsig hat sie bekanntlich mit voller Berechtigung als Ursprungsfasern der Kleinhirnseitenstrangbahn in Anspruch genommen, wozu indess die Bemerkung hinzuzusetzen wäre, dass sie häufig, ja vielleicht zum grössten Theile nicht bis in das Gebiet dieser Bahn zu verfolgen sind, sondern schon in mehr medialen Abschnitten der Seitenstränge sich dem Blicke entziehen, daher man — unter Zulassung ihrer ausgiebigen Beziehungen zu der Kleinhirnsuterstrangbahn — auch eine partielle Betheiligung derselben an der Bildung anderer Abtheilungen der Seitenstränge annehmen darf. Indess gewahren wir hier noch Fasern anderer Kategorie, deren Zusammenhang mit den fraglichen Fortsätzen nicht schlechthin auszuschliessen ist. Prüft man an nach Weigert gefärbten Querschnitten die betreffende Gegend des Rückenmarkes Erwachsener, so wird man überrascht sein durch den Reichthum an längsverlaufenden Nervenfasern, durch welchen die Clarke'schen Säulen in ihrer ganzen Ausdehnung ausgezeichnet sind; ja sie erscheinen an gut gefärbten Schnitten zuweilen dermaassen mit solchen überladen, dass man auf den ersten Blick wahrhaftig meint nicht Kerne, sondern compacte Faserbündel vor sich zu haben. Es handelt sich hier um durchweg feine Elemente, die die Zwischenräume der Zellen in gedrängter Anordnung einnehmen und deren Verlauf insoweit ein nicht streng longitudinaler ist, als sie sich untereinander vielfach geflechtartig verbinden. Am dichtesten sieht man sie im lateralen Abschnitt der Kerne angehäuft; sie halten die Grenzen letzterer nach allen Seiten hin streng ein, nur medianwärts sieht man einige Bündelchen den Kerncontour

unter allmähliger Auflösung ihres Gefüges ein wenig überschreiten. Woher stammen nun diese Längsfasern, deren Schwund nach Lissauer (29) die erste anatomische Veränderung des Rückenmarkes bei Tabes darstellt? Dieser Forscher hat ihre Herkunft auf die hinteren Wurzeln zurückzuführen versucht, eine Annahme, die meiner Meinung nach durch den Umstand geradezu ausgeschlossen wird, dass sie zur Zeit der Geburt, wo die sensiblen Wurzeln mit Ausnahme eines geringen, der lateralen Portion angehörigen Antheiles bereits so gut wie ganz markhaltig genannt werden können, noch durchaus vermisst werden. Ich meine, die einzige Erklärung, die man einstweilen mit einiger Wahrscheinlichkeit bezüglich derselben aussprechen darf, wäre, sie als in die Längsrichtung umgebogene Nervenfortsätze der Zellen der Clarke'schen Säulen zu betrachten. Ueber ihren weiteren Gang fehlen uns zur Zeit alle Anhaltspunkte.

Schliesslich wird man bei Bestimmung des Schicksales der fraglichen Fortsätze noch jener, von Bechterew erwähnten (4, p. 132), von Waldeyer constatirten und sehr anschaulich abgebildeten (49, Taf. 17, 7b. Taf. 18, 9a) Fasern gedenken müssen, die aus den Clarke'schen Säulen ausgehend in das gleichzeitige Vorderhorn und durch Vermittlung der vorderen Commissur in dasjenige der anderen Seite eindringen sollen. Allerdings gelang es mir bis jetzt nicht, diese Fasern beim Menschen sicher aufzufinden, indess vermochte ich bei der Maus Elemente nachzuweisen, die vielleicht hieher gehören; fast auf jedem Schnitt kommen nämlich bei diesem Thiere einige Fasern zur Beobachtung, die aus der von Stieda als „Centralgruppe“ bezeichneten (44, p. 159), allem Anscheine nach mit den Clarke'schen Säulen in eine Kategorie gehörigen Zellenhäufung sich in die

vordere Commissur begeben. Andererseits wird man — falls man an der Homologie zwischen Clarke'schen Säulen und Spinalganglien festhält — von vornherein als wahrscheinlich bezeichnen können, dass die aus den ersteren entspringenden centralen Fasern in derselben Weise, wie die centripetalen Ausläufer der spinalen Ganglienzellen, sich nicht mit einer Endigung begnügen, sondern mehrere Punkte des Rückenmarkes hiefür beanspruchen, und hierbei, wie letztere, auch in den Vorderhörnern ihr Ende finden.

Bevor ich auf den letzten Theil meiner Aufgabe übergehen könnte, erübrigt mir noch, auf die Angaben zweier Autoren, die in der letzten Zeit Arbeiten über die Hinterwurzeln veröffentlicht haben, einzugehen. Es sind das Edinger (8) und der spanische Histologe Ramón y Cayal (36). Edinger beschreibt und zeichnet Fig. 1 seines Aufsatzes und Fig. 102 der 2. Auflage seines bekannten Leitfadens ein ansehnliches Bündel von Nervenfasern, das, aus den Nervenzellen der Hinterhörner entspringend, bogenförmig zur vorderen Commissur ziehen und durch selbe hindurch in den Vorderseitenstrang der entgegengesetzten Seite gelangen sollen, um sich dessen Längsfasern beizugesellen. Edinger möchte nun auf diese Faserzüge insofern ein grosses Gewicht legen, als er in denselben eine hirnwärts gerichtete, allerdings durch eingeschaltete Zellen unterbrochene Fortsetzung des Hauptheiles der Hinterwurzeln erblickt. Hierzu möchte ich nun bemerken, dass ich diese Fasern sowohl bei den von mir untersuchten Säugethieren, als auch beim Menschen vergebens suchte; sie mögen vorhanden sein bei jenen niederen Wirbelthieren, auf die sich die Untersuchungen Edinger's wohl hauptsächlich beziehen, sind aber bei höheren, sowie beim Menschen und zwar sowohl bei Foeten wie beim Er-

wachsenen, meinen Erfahrungen zu Folge nicht nachzuweisen. Ich sehe nun einmal nicht ein, warum man um jeden Preis, selbst auf die Gefahr der Verlassung eines — hier mehr als auf allen andern Gebieten der Anatomie zu wahrenden thatsächlichen Bodens hin — mit Rücksicht auf den Umstand, dass für einen Theil der sensiblen Wurzeln die Befunde bei secundärer Degeneration in der That einen nach oben gerichteten Lauf ergeben haben, auch für die übrige Abtheilung unbedingt derartige centrale Fortsetzungen fordern müsse. Die Erregung ist schliesslich nach meiner Ueberzeugung in ihrem Fortschreiten hirnwärts nicht nothwendigerweise auf geschlossene Bahnen hingewiesen, sondern kann im Nothfalle hierzu die graue Substanz in ihrer Gesammtheit benützen. Ich möchte mich demnach in Uebereinstimmung mit L. Auerbach (1) gegen Edinger's Hypothese aussprechen.

Ramón y Cayal's, mit Hülfe der etwas modificirten Golgi'schen Methode, an Hühnerembryonen angestellten Untersuchungen ergaben Resultate, die Vielem was man z. Z. als Feststehend annimmt, zuwider laufen. Zunächst führt dieser Forscher einen neuen, bisher ungeahnten Factor in den Aufbau des Rückenmarkes ein, nämlich die Theilung der Nervenfasern innerhalb der weissen Substanz, wie wir sie in den Spinalganglien kennen, der er im Marke eine grosse Verbreitung zuweisen möchte. Eine jede sensible Faser spaltet sich im Rückenmarke sogleich dichotomisch in einen auf- und absteigenden Ast, die Ramón y Cayal eine weitere Strecke in der Längsrichtung zu verfolgen vermochte, ohne ihre Endigung ausfindig machen zu können. Sowohl vom Stamme der sensiblen Faser wie von deren beiden Aesten lösen sich zahlreiche feine Seitenzweigchen ab, die in die graue Substanz eindrin-

gen, um zwischen deren Nervenzellen unter weiterer Verästelung frei zu endigen.

Natürlich ist es, in Ermangelung eigener mit derselben Methode ausgeführten Controlluntersuchungen, nicht angängig, ein abschliessendes Urtheil über Angaben solch fundamentaler Natur abzugeben. Immerhin scheint es sehr auffallend, dass die von dem spanischen Forscher angegebenen Theilungen, trotzdem dass das Rückenmark seit Alters her ein bevorzugtes Objekt der Forschung bildete und nach allen Richtungen hin, mit allen Methoden, Zerzupfung u. s. w. durchforscht worden ist, bisher, so viel ich weiss, noch nie zur Anschauung gelangten. Sind doch die Theilungen in den Spinalganglien, deren Isolation zufolge des diese Knoten durchflechtenden festen Bindegewebes eine ungleich schwerere sein muss, obzwar erst unlängst von Ranvier genauer beschrieben, bereits in den 40er und 50er Jahren von Stannius, R. Wagner, Küttner, Schramm u. A. gelegentlich beobachtet worden; es ist schwer zu denken, wieso Niemand diese angeblich so verbreitete Erscheinung bisher wahrgenommen hätte. Andererseits ist eine gewisse Vorsicht diesen vom Herkömmlichen so abweichenden Angaben gegenüber angesichts der bekannten Unzuverlässigkeit des Golgi'schen Imprägnations-Verfahrens jedenfalls gerechtfertigt, bei welchem man eigentlich nicht weiss, mit welchen Factoren man zu rechnen habe, so dass man vor eine Alternative gestellt bezüglich der Zuverlässigkeit den heutigen Färbungsmethoden, von denen wenigstens bekannt ist, was dabei gefärbt wird, und den damit gewonnenen Resultaten den Vorzug geben würde. Indess handelt es sich hier um keine Alternative; eine Vereinbarung des Hergebrachten mit dem von Ramón y Cayal Angegebenen ist meiner Ansicht nach im Falle seiner Bewährung recht

gut möglich. Es sollen auch diese Bedenken keine Negation bedeuten; wir müssen mit unserem definitiven Urtheile wohl bis zu dem Bekanntwerden weiterer Erfahrungen zurückhalten.

Ein zusammenfassender Ueberblick über den Verlauf der Hinterwurzeln lässt sich also im Folgenden geben. Sie betreten das Rückenmark, ein kleiner Theil zieht unter Umbiegung in der Längsrichtung bis in die Hinterstrangkerne des verlängerten Markes hinauf, der übrige Abschnitt dringt sogleich oder nach kürzerem oder längerem auf- und absteigendem Lauf in die graue Substanz ein; die hiehergehörigen Fasern verbinden sich zum Theil mit den Zellen der Clarke'schen Säulen, zum Theil zerstreuen sie sich über alle Theile der grauen Substanz, ohne hiebei eine directe celluläre Endigung deutlich zur Schau zu tragen. Eine solche Endigung ist auch angesichts der von His entdeckten Thatsache, derzufolge die sensiblen Fasern als centrale Ausläufer der Spinalganglienzellen ins Mark hineinwachsen, von vornherein unwahrscheinlich; die Achsencylinder derselben müssten sich secundär mit den hier befindlichen Zellen verbinden, was nicht sehr plausibel erscheint. Eine Verbindung mit den Clarke'schen Zellen giebt indess auch His zu.

Auch Golgi's (14), Ramón y Cayal's (36, p. 90) und Nansen's (Myxine) (34, p. 152) Untersuchungen ergeben eine freie Endigung der sensiblen Fasern innerhalb der grauen Substanz des Rückenmarkes, wobei diese Forscher selbst die Clarke'schen Säulen als Endigungskerne derselben nicht zugeben.

Einige zumal ältere Forscher haben freilich mit grosser Bestimmtheit eine Endigung in Zellen, besonders

bei niederen Wirbelthieren, beschrieben, so z. B. Kutschin (24) und Freud (11) in den „Hinterzellen" des Rückenmarkes von Petromyzon, Klaussner ein ähnliches Verhalten bei Proteus, doch sind diese und ähnliche Beobachtungen mit grosser Vorsicht aufzunehmen. Es ist ein althergebrachter Leichtsinn (sit venio verbo!) in der Anatomie der nervösen Centralorgane, die Verbindung zwischen Zellen und Fasern mit einer Sicherheit zu proclamiren, die angesichts der grossen Schwierigkeiten, denen die Bestimmung eines solchen Zusammenhanges unterliegt, durchaus unzulässig ist.

Wenngleich also eine freie Endigung bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse auch die meiste Wahrscheinlichkeit für sich hat, so sind die bisher vorliegenden Erfahrungen noch immer nicht zureichend, um eine gesicherte Entscheidung in welchem Sinne immer zu gestatten; allein von vornherein müssen wir uns klar sein, dass der Frage, ob eine celluläre oder freie Endigung die Norm ist, in physiologischer Beziehung nicht die ihr vielfach beigelegte Wichtigkeit zukommt. Die feinen Endtheile der in die graue Substanz eingetretenen Wurzelfasern mischen sich jenem dichten Nervennetze bei, das sich über die ganze graue Substanz und zumal über die Vorderhörner verbreitet und hauptsächlich aus den Dendritenfortsätzen der hier befindlichen Nervenzellen hervorgeht. Wenn nun aber diese fein verästelten Ausläufer einerseits untereinander, andererseits mit den sensiblen Fasern eng ineinander greifen und sich zu einem dichten Netzwerke verflechten, wie das in der That der Fall ist, so ist im Sinne der Leitung meiner Ueberzeugung nach dasselbe erreicht, als wenn ein continuirlicher Uebergang zwischen diesen Elementen vorhanden wäre. Forel erinnert mit Recht daran (10, p. 165), dass auch Nervenendplatte und Muskelsubstanz

miteinander nicht eigentlich verwachsen seien, sondern dass auch hier nur eine Berührung stattfinde, die aber zur Uebertragung von Reizen völlig genüge. Der Begriff der sensiblen Kerne, wie wir ihnen im Bereich des verlängerten Markes begegnen, ist bei der Annahme einer freien Endigung der sensiblen Wurzeln durchaus nicht aufzugeben: Letztere suchen innerhalb der oblongata distincte Zellengruppen auf, zwischen deren Elementen sie sich zu vertheilen haben und auf die sie die von ihnen geleitete sensible Erregung per contiguitatem direct übertragen können. Worauf wir aber unter allen Umständen bedacht sein müssen, ist: unbefangene anatomische Beobachtung, die von vorgefassten physiologischen Meinungen und Theorien unbeeinflusst, ohne Rücksicht auf die sog. „Postulate der Physiologie" ihre Wege schreitet!

Citirte Literatur.

1. Dr. L. Auerbach, Bemerkungen in Bezug auf die „Fortsetzung der hinteren Rückenmarkswurzeln zum Gehirn" (L. Edinger). Anat. Anzeiger, 1889, p. 407.

2. Barth, Ueber secundäre Degeneration des Rückenmarkes. Archiv f. Heilkunde, 1869, p. 433.

3. W. Bechterew, Ueber die Bestandtheile der Hinterstränge des Rückenmarkes, auf Grund der Untersuchung ihrer Entwickelung. Neurol. Centralblatt, 1885, Nro 2, p. 31.

4. — Ueber die hinteren Nervenwurzeln, ihre Endigung in der grauen Substanz des Rückenmarkes und ihre centrale Fortsetzung im letzteren. Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abth. 1887, p. 126.

5. A. Borgherini, Beiträge zur Kenntniss der Leitungsbahnen im Rückenmark. Mittheilungen aus dem Institut f. allgem. u. exper. Pathologie in Wien, 1886, I.

6. Bouchard, Des dégénerations secondaires de la moëlle épinière. Archives générales de médecine, 1866, Bd. I, pp. 272, 441, 561 und Bd. II, p. 273.

7. Dr. L. Edinger, Zwölf Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane für Aerzte und Studirende. 2. Aufl. Leipzig, 1889.

8. — Ueber die Fortsetzung der hinteren Rückenmarkswurzeln zum Gehirn. Anat. Anzeiger, 1889, p. 121.

9. Dr. P. Flechsig, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen. Leipzig, 1878.

10. A. Forel, Einige hirnanatomische Betrachtungen. Archiv f. Psychiatrie. 1887, Bd. 18, p. 162.

11. S. Freud, Ueber den Ursprung der hinteren Nervenwurzeln im Rückenmark von Ammocoetes (Petromyzon Planeri), Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1877. Bd. 75, Abth. 3, p. 15.

12. — Ueber Spinalganglien und Rückenmark des Petromyzen. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1878, Bd. 77, Abth. 3, p. 81.

13. J. Gerlach, Von dem Rückenmark. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig, 1872, p. 665.

14. C. Golgi, Sulla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso. Milano, 1866.

15. W. His, Die Entwickelung der ersten Nervenbahnen beim menschlichen Embryo. Uebersichtliche Darstellung. Archiv f. Anat. u. Physiol., Anat. Abth. 1887, p. 368.

16. E. Hofrichter, Ueber aufsteigende Degeneration des Rükkenmarkes auf Grundlage pathologisch-anatomischer Untersuchung. Inaugural-Dissertation. Jena, 1883.

17. E. A. Homén, Experimenteller Beitrag zur Pathologie und pathologischen Anatomie des Rückenmarkes, speciell mit Hinsicht auf die secundäre Degeneration. Fortschritte d. Medizin, 1885, Nro 3.

18. O. Kahler, Ueber die Veränderungen, welche sich im Rückenmarke in Folge einer geringgradigen Compression entwickeln. Zeitschrift f. Heilkunde, 1882, Bd. 3, p. 187.

19. O. Kahler, Das Centralorgan, in: Dr. K. Toldt, Lehrbuch der Gewebelehre, 3. Auflage, Stuttgart, 1888, p. 127.

20. Kahler und Pick, Weitere Beiträge zur Pathologie und path. Anat. des Centralnervensystems. Archiv f. Psychiatrie, 1880, Bd. 10, p. 179.

21. — Zeitschrift für Heilkunde, 1881, Bd. 2, p. 317.

22. A. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 5. Auflage, Leipzig, 1867.

23. W. Krause, Allgemeine und mikroskopische Anatomie. Hannover, 1876.

24. Kutschin, in L. Stieda, Referate aus der russischen Literatur. Archiv f. mikrosk. Anat., 1866, Bd. 2. p. 525.

25. C. Lange, Ueber die Leitungsverhältnisse in den hinteren Rückenmarkssträngen nebst Bemerkungen über die Pathologie der Tabes dorsualis. Nord. med. ark., 1872, Bd. 4, Nro 11, p. 1.

26. Dr. M. v. Lenhossék, Untersuchungen über die Spinalganglien des Frosches. Archiv f. mikrosk. Anat., 1886, Bd. 26, p. 370.

27. — Untersuchungen über die Entwickelung der Markscheiden und den Faserverlauf im Rückenmark der Maus. Archiv f. mikrosk. Anat., 1889, Bd. 33, p. 98.

28. — Ueber den Verlauf der Hinterwurzeln im Rückenmark. Archiv f. mikrosk. Anat., 1889, Bd. 34, p. 157.

29. H. Lissauer, Ueber Veränderungen der Clarke'schen Säulen bei Tabes dorsalis. Fortschritte der Medizin, 1884, p. 113.

30. — Beiträge zum Faserverlauf im Hinterhorn des menschlichen Rückenmarks und zum Verhalten desselben bei Tabes dorsualis. Archiv f. Psychiatrie, 1886, Bd. 17, p. 377.

31. N. Löwenthal, Dégénerations secondaires ascendantes dans le bulbe rachidien, dans le pont et dans l'étage supérieur de l'isthme. Revue médicale de la Suisse romande, 1885, p. 572.

32. — Contribution expérimentelle à l'étude des atrophies secondaires du cordon postérieur et de la colonne de Clarke. Recueil zool. suisse, 1888, Bd. 4, p. 112.

33. W. Müller, Beiträge zur pathologischen Anatomie und Physiologie des menschlichen Rückenmarkes, Leipzig, 1871.

34. Fridtjof Nansen, The structur and combination of the Histological Elements of the Central Nervous System. Bergens Museums Aarsberetning, Bergen, 1886, p. 29.

35. H. Obersteiner, Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane. Leipzig und Wien, 1888.

36. S. Ramón y Cayal, Contribuzion al estudio de la estructure de la medula espinal. Revista trimestral de Histologia normal y patológica, 1889, p. 90. — S. auch: Sur l'origine et les ramifications des fibres nerveuses de la moëlle embryonnaire. Anat. Anz., 1890, p. 85.

37. G. Rattone, Sur l'existence de cellules ganglionaires dans les racines postérieures des nerfs rachidiens de l'homme. Internationale Monatsschrift f. Anat. u. Histologie, 1884, Bd. 1, p. 53.

38. G. Rossolymo, Zur Frage über den weiteren Verlauf der Hinterwurzelfasern im Rückenmarke. Neurolog. Centralblatt, 1886, p. 391.

39. Dr. P. Schiefferdecker, Ueber Regeneration, Degeneration und Architectur des Rückenmarks. Virchow's Archiv, 1876, Bd. 67, p. 542.

40. Prof. Schultze, Beitrag zur Lehre von der secundären Degeneration im Rückenmarke des Menschen nebst Bemerkungen über die Anatomie der Tabes. Archiv f. Psychiatrie, 1883, Bd. 14, p. 359.

41. Schüppel, Ein Fall von allgemeiner Anaesthesie. Archiv f. Heilkunde, 1874, p. 44.

42. G. Schwalbe, Lehrbuch der Neurologie. Erlangen, 1881.

43. Singer, Ueber secundäre Degeneration im Rückenmarke des Hundes. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1881, Bd. 84, Abth. 3, p. 390.

44. Dr. L. Stieda, Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, 1870, Bd. 20, p. 273.

45. A. Strümpell, Beiträge zur Pathologie des Rückenmarkes. Archiv f. Psychiatrie, 1880, Bd. 10, p. 676.

46. A. Strümpell, Beiträge zur Pathologie des Rückenmarkes. Archiv für Psychiatrie, 1882, Bd. 12, p. 723.

47. Dr. A. Takács, Ueber den Verlauf der hinteren Wurzelfasern im Rückenmarke. Neurolog. Centralblatt, 1887, p. 7.

48. L. Türck, Ueber secundäre Erkrankung einzelner Rückenmarksstränge und ihrer Fortsetzung zum Gehirn. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 1851, Bd. 11, p. 93.

49. W. Waldeyer, Das Gorilla-Rückenmark. Abhandl. d. königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1888, p. 1—147.

50. C. Westphal, Ueber eine Combination von secundärer, durch Compression bedingter Degeneration des Rückenmarks mit multiplen Degenerationsherden. Archiv f. Psychiatrie, 1880, Bd. 10, p. 788.

51. — Anatomischer Befund bei einseitigem Kniephänomen. Archiv f. Psychiatrie, 1887, Bd. 18, p. 628.

Witterungs-Uebersicht
der Jahre 1888 und 1889.

Von **Albert Riggenbach.**

Instrumentalcorrectionen. Wie im Jahre 1887, so wurde auch ferner von den Ablesungen des trocknen und feuchten Thermometers 0°,4 C. als Nullpunktscorrection abgezogen, eine Neubestimmung des Eispunktes beider Thermometer am 28. Februar 1889 bestätigte die Richtigkeit dieser Correction. Zu den Barometerablesungen wurden wie bisher 0,3 mm. hinzugefügt, als Nullpunktscorrection der Scale.

Unter Niederschlagsmenge sind in den Tabellen des Jahres 1888 abweichend vom bisherigen Modus nicht die im Bernoullianum selbst gemessenen Regenhöhen angegeben, da diese wegen ungünstiger Aufstellung des Regenmessers etwa 17 % zu gering sind, sondern aus den Messungen im Bernoullianum und botanischen Garten combinirte Werte.

Mit dem 1. Januar 1889 wurde der Regenmesser von seinem bisherigen Standort auf der Terasse des flachen Daches 13 m. über der Strasse heruntergenommen und in dem Hofe auf der Nordseite des Gebäudes aufgestellt, so dass die Auffangfläche ca. 1 m. über dem Boden sich befindet. Dass in der Tat durch diese Aufstellung nahe richtige Niederschlagsmengen erlangt werden, zeigt die Uebereinstimmung mit den benachbarten Stationen:

Station: 1889.	Januar—Juni	Juli—Dez.	Jahr.
Bernoullianum	371	377	748
Bernoullistrasse 20 . . .	366	368	734
Irren-Anstalt	365	403	768
Riehenstrasse 23 . . .	—	393	—
Botanischer Garten . .	429	414	843
Binningen	376	376	752
Neue Welt	390	393	783
Mittel	383	389	771
Mittel exclus. Bot. Garten	374	385	757

Normalwerte. Für Häufigkeit und Menge des Niederschlags in seinen verschiedenen Formen wurden aus dem gesammten verwendbaren Beobachtungsmaterial neue Normal-Mittel berechnet, welche von jetzt ab zur Bestimmung der Abweichungen dienen werden. Diese sind in Tabelle 1 enthalten.

Ferner wurden neue Normal-Mittel für die Bewölkung und die Temperatur abgeleitet. Die Bewölkungsmittel sind nach dem Schema $\frac{1}{3}(7^a + 1^p + 9^p)$ berechnet. Die Temperaturmittel nach dem Schema $\frac{1}{4}(7^a + 1^p + 2 \times 9^p)$. Da jedoch die eben angeführten Beobachtungsstunden nicht in allen Jahrgängen innegehalten wurden, vielmehr von

1827—1833 um 9^a 12 3^p

1834—1843 um 7^a 3^p 9^p

1844—1888 um 7^a 1^p 9^p

abgelesen wurde, so musste eine Reduction vorgenommen werden. Zu dem Zwecke berechnete man aus den Genfer-Beobachtungen,[1]) für die einzelnen Monate die Werte der Differenzen

[1]) Plantamour, Nouvelles Etudes sur le climat de Genève, p. 12.

Tabelle 1.

Normal-Mittel.	Monatssumme des Niederschlags mm.	Monatssumme des Schnees mm.	Zahl der Tage mit Niederschlag wahrnehmbar.	Niederschlag messbar ≧ 0.1	Niederschlag mindest. 1 mm.	Schnee.	Schneedecke.	Nebel.	Reif.	Riesel.	Hagel.	Gefrorner Regen.	Gewitter u. Donner.
Zahl der Beobachtungsjahre.	25	17	14	112	25	112	35	48	14	63	63	63	112
Januar . . .	36	13	14.0	12.1	7.3	5.7	11.7	3.2	5.9	0.17	0.01	0.13	0.05
Februar . . .	42	9	15.5	11.8	7.9	5.3	7.7	2.9	4.3	0.16	0.03	0.13	0.05
März	59	12	18.1	13.1	10.4	4.8	4.3	1.9	2.6	0.59	0.08	—	0.3
April	70	1	18.2	13.4	10.1	1.5	0.5	0.8	1.1	0.73	0.16	0.01	1.0
Mai	90	—	18.1	14.7	10.6	0.2	—	0.5	0.7	0.43	0.56	—	3.3
Juni	112	—	18.5	15.6	11.8	—	—	0.4	0.1	0.21	0.57	—	4.7
Juli	85	—	18.1	13.9	11.0	—	—	0.7	—	0.02	0.34	—	4.8
August . . .	88	—	15.2	13.4	10.7	—	—	1.7	0.1	0.05	0.29	—	4.0
September .	84	—	16.0	12.6	9.6	—	—	3.7	0.5	0.06	0.08	—	1.7
October . . .	80	1	16.9	12.8	10.7	0.3	0.1	6.6	2.2	0.25	0.01	0.01	0.4
November . .	68	7	17.8	13.1	10.0	2.8	3.3	5.1	2.5	0.17	—	0.10	0.1
December . .	57	14	17.0	12.3	9.2	4.9	10.4	4.1	4.2	0.17	—	0.21	0.1
Jahr . .	87 cm.	57	203.4	158.8	119.3	25.5	38.0	31.6	24.2	3.01	2.13	0.59	20.5

$$\frac{1}{4}(7^a + 1^p + 2 \times 9^p) - \frac{1}{4}(2 \times 9^a + 12 + 3^p)$$

und $\frac{1}{4}(7^a + 1^p + 2 \times 9^p) - \frac{1}{4}(7^a + 3^p + 2 \times 9^p)$

und brachte diese als Correctionen an den Jahrgängen 1827—1843 an. An den spätern Beobachtungen wurde noch eine nachträglich erkannte Nullpunktscorrection angebracht, nämlich für 1876—77 : — 0.1

1878—79 : — 0.2

1880—81 : — 0.3

so dass also die in Rechnung gesetzten Temperaturen dieser Jahre um die eben angegebenen Beträge niedriger sind, als die s. Z. in den „schweizerischen meteorologischen Beobachtungen" publicirten.

Die Rechnung basirt auf den von Herrn Dr. Schröder[1]) ermittelten Pentadensummen der Temperatur 1827 bis 1881 und den seither im Beobachtungsjournal des Bernoullianums aufgezeichneten Werten.

Die Beträge der vorhin erwähnten Correctionen wurden für die einzelnen Pentaden durch Interpolation aus den Monatsmitteln bestimmt und so die wahren Tagesmittel von Pentade zu Pentade erhalten (V. „beobachtet" in Tabelle 2). Durch zweimalige Anwendung des Ausgleichungsverfahrens

$$\frac{1}{4}(a + 2b + c)$$

findet man die nachstehend unter „ausgeglichen" angeführten Pentaden-Mittel und aus diesen wurden dann durch einfache Interpolation der von einem Monat in den andern übergreifenden Pentaden die Mittel für die Kalendermonate gewonnen. Hätte man statt der „ausgeglichenen" die „beobachteten" Pentaden-Mittel zu Grunde

---

[1]) Dr. G. Schröder. Der tägliche und jährliche Gang der Lufttemperatur. Programm der Realschule zu Basel. 1882.

gelegt, so wäre man zu denselben Monatsmitteln gelangt, nur das des Dezembers wäre um 0^{0},1 niedriger ausgefallen.

Entsprechend der neuen Stundencombination für die Normal-Mittel, wurden auch die Monatsmittel der Temperatur für 1888 und 1889 nach dem Schema

$$\frac{1}{4}(7 + 1 + 2 \times 9)$$

gebildet.

Ueber die Anordnung der übrigen Tabellen ist noch folgendes zu bemerken.

Temperatur. Das zur Bestimmung der Temperaturextreme benutzte Six'sche Thermometer erwies sich als träg und gab zudem zu häufigen Ablesungsfehlern Anlass. Es wurden darum die bezüglichen Ablesungen fortgelassen und als Maxima und Minima die höchste und tiefste Terminbeobachtung eingetragen. Als Frosttag wurde jeder gezählt, an dem eine Termintemperatur unter Null lag, als Tag ohne Auftauen, alle, bei denen keine der drei Termintemperaturen Null überstieg.

Sonnenschein. Die Dauer des Sonnenscheins ist lediglich nach der approximativen Ablesung, die täglich für die Wetterdepesche ausgeführt wird, ermittelt, die genaue Sonnenscheindauer wird in den Annalen der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt publicirt.

Als Tage ohne Sonne sind alle die gezählt, für welche der Streifen des Sonnscheinautographen keine Brandspur erkennen lässt.

Helle und trübe Tage sind wie bisher die mit der Bewölkungssumme $\leqq 6$ resp. $\geqq 24$.

Niederschlag. Sowol bei den Niederschlagssummen als bei der Zahl der Niederschlagstage wurden Schwellenwerte eingeführt. Die Monatssummen wurden ent-

Tabelle 2.

Pentaden-Mittel der Temperatur 1827—1888.

	beobachtet	ausgeglichen		beobachtet	ausgeglichen
1. Jan. 1.— 5.	—0.34	— 0.44	37. Juni 30.— 4. Juli	18.30	18.62
2. 6.—10.	—0.69	—0.60	38. Juli 5.— 9.	19.37	19.00
3. 11.—15.	—0.85	—0.60	39. 10.—14.	19 08	19.33
4. 16.—20.	—0.33	—0.36	40. 15.— 19.	19.88	19.53
5. 21.—25.	—0.11	0.08	41. 20.—24.	19.60	19.47
6. 26.—30.	0.80	0.58	42. 25.—29.	19.05	19.26
7. 31.— 4. Febr.	1.01	0.94	43. 30.— 3. Aug.	19.16	19.13
8. Febr. 5.— 9.	1.28	1.12	44. Aug. 4.— 8.	19.04	19.07
9. 10.—14.	0.83	1.36	45. 9.—13.	19.19	18.89
10. 15.—19.	2.02	1.92	46. 14.—18.	18.47	18.46
11. 20.—24.	2.58	2.67	47. 19.—23.	17.89	17.88
12. 25.— 1. März	3.63	3.33	48. 24.—28.	17.25	17.28
13. März 2.— 6.	3.80	3.78	49. 29.— 2. Sept.	16.64	16.72
14. 7.—11.	4.00	4.13	50. Sept. 3.— 7.	16.30	16.16
15. 12.—16.	4.55	4.53	51. 8.—12.	15.61	15.45
16. 17.—21.	5.03	5.03	52. 13.—17.	14.46	14.65
17. 22.—26.	5.27	5.79	53. 18.—22.	13.93	13.92
18. 27.—31.	7.03	6.88	54. 23.—27.	13.19	13.31
19. Apr. 1.— 5.	8.22	7.95	55. 28.— 2. Oct.	12.93	12.64
20. 6.—10.	8.89	8.67	56. Oct. 3.— 7.	11.82	11.74
21. 11.—15.	8.89	9.21	57. 8.—12.	10.61	10.69
22. 16.—20.	9.88	9.85	58. 13.—17.	9.58	9.71
23. 21.—25.	10.72	10.56	59. 18.—22.	8.87	8.85
24. 26.—30.	11.04	11.24	60. 23.—27.	8.20	7.94
25. Mai 1.— 5.	12.04	11.91	61. 28.— 1. Nov.	6.67	6.96
26. 6.—10.	12.59	12.57	62. Nov. 2.— 6.	6.16	6.03
27. 11.—15.	13.08	13.26	63. 7.—11.	5.08	5.16
28. 16.—20.	14.06	14.08	64. 12.—16.	4 33	4.41
29. 21.—25.	15.12	14.94	65. 17.—21.	3.53	3.92
30. 26.—30.	15.60	15.72	66. 22.—26.	3.91	3 61
31. 31.— 4. Juni	16.69	16.35	67. 27.— 1. Dec.	3.51	3.06
32. Juni 5.— 9.	16.70	16.78	68. Dec. 2.— 6.	1.91	2.17
33. 10.—14.	17.16	17.12	69. 7.—11.	1.10	1.36
34. 15.—19.	17.34	17.51	70. 12.—16.	0.82	0.91
35. 20.—24.	18.08	17.93	71. 17.—21.	0.81	0.58
36. 25.—29.	18.39	18.29	72. 22.—26.	0.10	0.17
			73. 27.—31.	—0.39	—0.20

Tabelle 3.

Normal-Mittel.	**Bewölkung.** Mittel 1864—89	**Temperatur.** 1827—1888
Zahl der Beobachtungs-jahre.	26	62
Januar	6.95	— 0.2
Februar	6.98	1.9
März	6.67	5.0
April	6.21	9.6
Mai	5.94	13.8
Juni	5.85	17.4
Juli	5.28	19.2
August	5.30	18.3
September	5.25	14.6
October	6.90	9.6
November	7.52	4.5
December	7.34	0.9
Jahr	6.35	9.55

Winterliche Erscheinungen.	Mittleres Datum.	Zahl der Beobachtungs-jahre.
Erster Reif	Oct. 13.	14
Erster Schneefall	Nov. 19.	112
Erste Schneedecke	Nov. 26.	35
Letzte Schneedecke	März 19.	35
Letzter Schneefall	April 8.	112
Letzter Reif	April 20.	14
	Temperatur	Niederschlagsmenge
Frühling	9.5	220
Sommer	18.3	285
Herbst	9.6	232
Winter	0.9	136

sprechend dem früher festgestellten Genauigkeitsgrade[1]) auf ganze Millimeter abgerundet.

Electr. Erscheinungen. Die Unterscheidung zwischen den in der Nähe vorüberziehenden und am Beobachtungsorte selbst ausbrechenden Gewittern wurde als undurchführbar fallen gelassen. Unter „Donner“ sind alle Tage gezählt, an welchen von einem oder mehreren Gewittern der Donner gehört wurde. Dabei zählte man den Gewittertag wie den Niederschlagstag von 7^a bis zur selben Stunde des folgenden Datums. Unter „Gewitterzahl“ ist die Anzahl der einzelnen von einander unterscheidbaren Gewitter angegeben.

Erster Reif den 16. October.

Erster Frost den 16. October.

Erster Schnee den 7. October.

Erster liegenbleibender Schnee den 7. November.

Letzter Reif den 22. April.

Letzter Frost den 8. April.

Letzter Schnee den 12. April.

Letzter liegenbleibender Schnee den 7. April.

Längster Zeitraum ohne messbaren Niederschlag: 14.—31. October oder 18 Tage.

Längster Zeitraum mit täglichem Regen: 9.—18. März oder 10 Tage.

---

[1]) Vgl. Die bei Regenmessungen wünschbare und erreichbare Genauigkeit. Diese Verhandl. Teil VIII, p. 579—590.

1888.	Luftdruck.									
	Mittel.				Extreme.					
	7 h	1 h	9 h	Tagesmittel.	Minimum.	Tag.	Maximum.	Tag.	Grösste Oscillation in 24 Stdn.	Tag.
Januar . . .	744.47	744.31	744.64	744.47	728.2	28.	754.2	8.	12.5	21./22. 7 h.
Februar . .	733.82	733.91	734.16	733.96	719.7	20.	745.6	5.	8.4	2./1. 7 h.
März	730.88	730.40	731.11	730.80	715.9	28.	745.4	7.	12.8	21./20. 7 h.
April . . .	734.68	734.55	734.43	734.55	727.1	4.	741.4	28.	8.7	26./25. 7 h.
Mai	739.73	738.98	739.36	739.36	728.9	28.	747.3	6.	11.2	2./1. 7 h.
Juni	737.36	736.97	736.94	737.09	728.4	30.	745.0	2.	7.8	15./16. 1 h.
Juli	736.17	735.84	736.08	736.03	727.9	16.	741.7	2.	7.3	12./11. 1 h.
August. . .	740.23	739.84	740.11	740.06	730.8	17.	745.2	9.	11.3	18./17. 9 h.
September .	741.06	740.59	740.77	740.81	726.6	30.	747.8	12.	10.1	29./30. 7 h.
October . .	740.63	740.03	740.45	740.37	719.2	2.	751.0	28.	11.5	1./2. 1 h.
November .	738.34	737.95	738.20	738.16	722.4	29.	750.9	23.	9.7	30./29. 9 h.
Dezember .	740.96	740.77	741.29	741.01	722.7	22.	748.1	6. 16.	10.1	24./23. 7 h.
Jahr . .	738.19	737.87	738.13	738.06	715.9	28. März	754.2	8. Jan.	12.8	21./22. März

1888.	Temperatur, Celsius.								Zahl der Tage	
	Mittel.				Extreme.					
	7 h	1 h	9 h	Tagesmittel.	Minimum.	Tag.	Maximum.	Tag.	mit Frost	ohne Auftauen
Januar . . .	— 3.46	0.33	— 1.71	— 1.64	— 13.0	31.	6.0	23.	21	14
Februar . . .	— 2.53	0.65	— 1.00	— 0.97	— 11.5	3.	9.4	12.	21	15
März	2.25	6.57	3.60	4.01	— 9.4	2.	16.0	27.	11	3
April	5.28	9.86	6.90	7.24	— 1.6	6., 7., 8.	19.0	29.	4	1
Mai	11.94	18.64	13.85	14.57	5.5	11.	25.8	19.	—	—
Juni	15.82	21.13	16.25	17.36	8.7	18.	30.2	4.	—	—
Juli	15.40	19.74	16.03	16.80	10.6	12.	26.6	25.	—	—
August . . .	15.12	20.38	16.28	17.02	10.4	20.	27.8	10.—12.	—	—
September .	12.29	18.71	14.13	14.82	7.8	20.	25.3	6.	—	—
October . . .	3.65	10.54	6.19	6.64	— 2.6	20.	15.2	30.	4	—
November . .	4.54	7.61	5.19	5.64	— 0.4	26.	16.1	1.	1	—
December . .	— 1.49	2.28	— 0.71	— 0.16	— 6.6	16.	8.7	1.	24	8
Jahr . .	6.57	11.37	7.92	8.44	— 13.0	31. Jan.	30.2	4. Juni	86	41

1888.	Relative Feuchtigkeit.						Bewölkung.								Niederschlag.				
	7 h	1 h	9 h	Mittel.	Minimum.	Tag.	7 h	1 h	9 h	Mittel.	Dauer des Sonnenscheins in Stunden	hell.	trüb.	ohne Sonne.	Monatssumme des Niederschlags.	Monatssumme des Schnees.	Tages-Maximum.	Tag.	Regendichte.
Januar . . .	97.3	85.9	96.1	93.0	63	4.	7.5	5.4	5.8	6.2	93	4	14	9	15	8	6	23.	2.5
Februar . .	97.0	86.7	94.6	92.7	57	12.	8.8	8.5	8.6	8.6	36	—	21	16	41	38	15	15.	4.4
März	88.4	72.9	85.1	82.1	50	9.	8.0	7.2	7.6	7.6	76	2	19	9	106	9	26	25.	7.1
April	89.6	70.6	88.4	82.9	39	22.	8.3	7.6	7.7	7.9	73	1	17	8	94	14	20	23.	6.3
Mai	76.0	50.1	70.4	65.5	24	23.	3.7	4.3	4.5	4.2	262	12	4	2	28	—	11	1.	4.7
Juni	83.1	61.8	84.9	76.6	29	4.	5.9	5.1	5.3	5.4	206	6	7	—	141	—	19	18.	8.3
Juli	82.9	65.8	83.3	77.3	44	15.	6.7	6.9	6.6	6.7	163	—	11	2	72	—	18	30.	4.2
August . . .	86.5	68.2	87.7	80.8	48	10.	6.7	5.0	5.0	5.6	198	6	10	4	80	—	21	2.	8.9
September .	94.3	70.0	92.3	85.5	56	16.	7.3	4.8	4.0	5.4	156	7	7	3	86	—	23	25.	9.6
October . .	95.8	69.8	91.6	85.7	51	16.	5.4	4.5	4.2	4.7	166	7	6	6	100	—	45	2.	11.1
November .	87.9	77.6	86.2	83.9	44	27.	9.3	7.2	8.7	8.4	51	1	22	10	49	9	12	2.	4.2
December .	97.6	87.2	97.0	93.9	65	3.	5.8	3.7	5.1	4.9	100	10	8	6	15	—	6	26.	3.0
Jahr . .	89.9	72.2	88.1	83.4	24	V	7.0	5.9	6.1	6.3	1580	56	146	75	827	78	45	X	6.3

1888.	Niederschlag überhaupt.	Niederschlag mindest. 0,5 mm.	Regen.	Schnee.	Regen und Schnee.	Riesel.	Hagel.	Gefrorner Regen.	Nebel.	Glatteis.	Reif.	Schneedecke.	Gewitter.	Wetterleuchten.	Donner.	Elektr. Ersch. überhaupt.	Sonnenring.	Mondring.	Regenbogen.	Morgen- und Abendrot.	Höhenrauch.	Nordlicht.	Erdbeben.
	Zahl der Tage mit																						
Januar	11	6	8	5	2	—	—	—	11	2	7	11	—	—	—	—	1	—	—	3	—	—	—
Februar	18	9	8	11	1	—	—	—	7	—	—	19	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
März	22	15	16	8	2	2	—	—	2	—	—	8	1	2	1	4	1	—	4	—	—	—	—
April	26	15	23	8	5	2	—	1	2	—	1	2	—	—	—	—	4	—	2	1	—	—	—
Mai	10	6	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	3	5	—	—	3	2	—	—
Juni	20	17	20	—	—	1	2	—	2	—	—	—	9	2	2	13	—	—	2	3	—	—	—
Juli	28	17	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	3	8	1	—	1	—	—	—	—
August	11	9	11	—	—	—	—	—	4	—	—	—	1	3	—	4	—	—	—	2	—	—	—
September . .	12	9	12	—	—	—	—	—	14	—	—	—	2	2	1	5	—	—	—	3	—	—	1
October	12	9	12	1	1	—	—	—	7	—	5	—	—	—	—	—	—	1	—	8	—	—	—
November . .	17	12	16	2	1	—	—	1	6	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
December . . .	6	5	6	—	—	—	—	—	14	1	17	—	—	—	—	—	1	—	—	6	—	—	—
Jahr . .	193	129	170	35	12	5	2	2	69	3	31	41	16	14	7	37	14	1	9	29	2	—	1

Anzahl und mittlere Stärke der Winde.

1888.	N.		NE.		E.		SE.		S.		SW.		W.		NW.		
	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	St.
Januar . . .	3	1.0	4	1.0	18	1.2	**32**	1.3	15	1.1	5	1.2	12	1.8	1	3.0	3
Februar . .	11	1.1	2	1.0	4	1.0	12	1.3	9	1.0	1	2.0	**25**	1.2	18	1.2	5
März	7	1.3	1	1.0	4	1.2	17	1.1	9	1.6	**22**	1.5	19	1.4	10	1.1	4
April	**18**	1.1	1	1.0	12	1.1	9	1.0	10	1.1	6	1.0	17	1.4	10	1.1	7
Mai	16	1.3	1	1.0	11	1.3	12	1.3	3	1.0	10	1.4	**25**	1.4	10	1.3	5
Juni	11	1.0	1	1.0	11	1.4	19	1.1	4	1.0	5	1.6	**29**	1.5	6	1.2	4
Juli	6	1.0	—	—	12	1.3	16	1.1	8	1.1	14	1.5	**26**	1.7	9	1.2	2
August . . .	11	1.1	2	1.0	**18**	1.2	17	1.0	9	1.0	9	1.0	14	1.5	9	1.3	4
September .	15	1.1	3	1.0	15	1.1	**21**	1.0	5	1.0	5	1.4	9	1.2	15	1.0	2
October . .	13	1.2	1	1.0	17	1.2	**29**	1.1	9	1.1	5	1.2	13	1.2	6	1.0	—
November .	3	1.0	2	1.0	**22**	1.5	21	1.2	8	1.0	9	1.0	17	1.4	6	1.0	2
December .	9	1.0	4	1.0	20	1.2	**38**	1.0	3	1.0	3	1.0	5	1.0	9	1.0	2
Jahr . .	123	1.1	22	1.0	164	1.2	**243**	1.1	92	1.1	94	1.4	211	1.4	109	1.2	40

1888 Irren-Anstalt.	Temperatur, Celsius.				Temperatur-Differenz Irrenanstalt — Bernoullianum.				Tägliche Amplitude Mittel $1^h - 7^h$		
	7^h	1^h	9^h	Tagesmittel.	7^h	1^h	9^h	Tagesmittel.	Irren-Anstalt.	Bernoullianum.	Differenz.
Januar . . .	— 3.37	0.89	— 1.74	— 1.49	+ 0.09	0.56	— 0.03	0.15	4.26	3.79	+ 0.47
Februar . .	— 2.65	1.28	— 1.38	— 1.03	— 0.12	0.63	— 0.38	— 0.06	3.93	3.18	0.75
März	2.16	7.02	3.50	4.05	— 0.09	0.45	— 0.10	0.04	4.86	4.32	0.54
April	5.43	10.19	6.43	7.12	0.15	0.33	— 0.47	— 0.12	4.76	4.58	0.18
Mai	10.95	18.83	12.90	13.90	— 0.99	0.19	— 0.95	— 0.67	7.88	6.70	1.18
Juni	15.16	20.94	15.68	16.82	— 0.66	— 0.19	— 0.57	— 0.54	5.78	5.31	0.47
Juli	14.85	19.54	15.32	16.26	— 0.55	— 0.20	— 0.71	— 0.54	4.69	4.34	0.35
August . . .	14.89	20.23	16.04	16.80	— 0.23	— 0.15	— 0.24	— 0.22	5.34	5.26	0.08
September .	12.27	19.63	13.88	14.92	— 0.02	0.92	— 0.25	0.10	7.36	6.42	0.94
October . .	3.51	11.25	5.98	6.68	— 0.14	0.71	— 0.21	0.04	7.74	6.89	0.85
November .	4.41	8.24	4.95	5.64	— 0.13	0.63	— 0.24	0.00	3.83	3.07	0.76
December .	— 1.66	2.90	— 0.94	— 0.16	— 0.17	0.62	— 0.23	0.00	4.56	3.77	0.79
Jahr . .	6.33	11.75	7.55	8.29	— 0.24	0.38	— 0.37	— 0.15	5.42	4.80	0.62

Luftdruck.

1889.	Mittel.				Extreme.					
	7 h	1 h	9 h	Tagesmittel.	Minimum.	Tag.	Maximum.	Tag.	Grösste Oscillation in 24 Stdn.	Tag.
Januar . . .	741.66	741.59	741.96	741.74	722.8	12.	753.3	27.	10.1	13./12. 9 h.
Februar . .	734.53	734.49	734.44	734.49	719.1	3.	750.7	18.	17.7	16./15. 7 h.
März	737.09	736.88	737.28	737.08	720.9	21.	747.6	24.	14.7	22./21. 9 h.
April . . .	732.37	731.80	732.40	732.19	719.0	9.	745.3	19.	9.6	10./9. 1 h.
Mai	735.02	734.49	734.72	734.74	725.8	25.	739.7	30.	5.0	24./25 1 h. 28./27. 9 h.
Juni	737.06	736.56	736.95	736.86	729.9	10.	744.3	30.	8.8	4./3. 7 h.
Juli	738.18	737.63	737.91	737.91	730.9	27.	744.1	1.	6.9	25./26. 7 h.
August . . .	739.16	738.96	738.91	739.01	730.9	19.	746.0	28.	8.0	18./19. 9 h.
September .	739.06	738.61	738.89	738.85	729.8	25.	746.2	26.	13.3	26./25. 7 h.
October . .	734.26	734.61	734.84	734.57	720.9	22.	741.1	15.	12.8	23./22. 7 h.
November .	744.44	744.23	744.74	744.47	726.2	27.	754.2	20.	12.0	24./25. 1 h.
December .	743.69	743.64	743.97	743.77	723.7	11.	752.8	17.	13.0	12./11. 7 h.
Jahr . .	738.04	737.79	738.08	737.97	719.0	IV	754.2	XI	17.7	II 16./15.

1889.	Temperatur, Celsius.								Zahl der Tage	
	Mittel.				Extreme.					
	7 h	1 h	9 h	Tages-mittel.	Mini-mum.	Tag.	Maxi-mum.	Tag.	mit Frost.	ohne Auftauen.
Januar . . .	— 2.91	0.23	— 1.41	— 1.38	— 8.9	5.	6.8	31.	26	14
Februar . . .	— 1.33	1.48	— 0.59	— 0.26	— 11.4	13.	9.6	2.	18	11
März	0.26	4.96	2.45	2.53	— 8.3	16.	11.8	10.	14	3
April	6.18	11.74	7.73	8.35	1.0	3.	18.2	21.	—	—
Mai	13.94	19.15	14.30	15.42	8.4	12.	26.2	31.	—	—
Juni	17.35	22.20	17.92	18.85	14.2	4.	28.2	8.	—	—
Juli	16.71	21.82	17.40	18.33	11.9	27.	29.6	10.	—	—
August . . .	15.43	20.93	16.59	17.39	8.6	28.	27.6	1. 19.	—	—
September .	10.84	16.76	12.44	13.12	2.6	17. 18.	26.9	1.	—	—
October . . .	7.33	11.68	8.59	9.05	4.0	15. 18.	16.1	7.	—	—
November . .	2.60	6.55	3.11	3.84	— 4.0	20.	11.6	4.	11	1
December . .	— 2.80	— 0.35	— 1.94	— 1.76	— 12.0	9.	8.3	23.	27	18
Jahr . .	6.97	11.43	8.05	8.62	— 12.0	XII	29.6	VII	96	47

1889.	Relative Feuchtigkeit.						Bewölkung.					Zahl der Tage.		
	7 h	1 h	9 h	Mittel.	Minimum.	Tag.	7 h	1 h	9 h	Mittel.	Dauer des Sonnenscheins in Stunden.	hell.	trüb.	ohne Sonne.
Januar . . .	95.6	92.2	96.2	94.6	78	31.	7.2	5.8	5.6	6.2	61	5	14	15
Februar . . .	93.7	85.6	94.7	91.4	48	18.	8.1	7.1	7.3	7.5	59	1	17	7
März	94.4	81.5	91.6	89.1	50	29.	7.6	6.5	7.2	7.1	83	3	16	8
April	84.0	60.3	79.5	74.7	41	20.	7.0	5.7	6.0	6.2	126	2	10	2
Mai	85.0	65.5	85.7	78.6	38	5.	6.5	7.2	6.7	6.8	151	3	13	5
Juni	84.5	71.9	86.9	81.1	44	7.	7.0	6.4	6.8	6.7	160	3	11	4
Juli	83.7	61.0	83.6	76.1	42	12.	5.2	5.4	5.4	5.3	229	7	7	2
August . . .	83.3	61.3	83.2	75.9	46	27.	5.3	4.7	4.8	4.9	208	8	4	2
September . .	87.9	64.3	85.8	79.3	31	16.	4.9	4.8	5.0	4.9	160	10	9	6
October . . .	95.3	77.1	93.0	88.5	45	1.	7.9	7.0	6.8	7.2	68	2	17	10
November . .	92.4	78.9	90.9	87.4	57	25.	7.3	4.7	5.8	5.9	113	6	10	6
December . .	98.0	95.4	99.0	97.4	73	27.	8.9	6.4	6.0	7.1	30	1	14	15
Jahr . .	89.8	74.6	89.2	84.5	31	IX	6.9	6.0	6.1	6.3	1448	51	142	82

1889.	Niederschlags-Menge. Monatssummen aller Niederschläge.	der von mindestens 10 mm.	der von mindestens 20 mm.	des Schnees.	Grösste Tages-Menge.	Tag.	Zahl der Tage mit Niederschlag überhaupt.	mindestens mm.: 0.1	1	5	10	15	20	Schnee überhaupt.	Schnee mindest. 0.1	Schnee mindest. 1	Schneedecke.	Regen u. Schnee.	Niederschlagsdichte pro 1 mm. Tag.
Januar . . .	10	--	—	1	8	7.	8	6	1	1	—	—	—	4	3	—	2	3	10.0
Februar . .	68	36	—	19	14	7.	25	19	13	5	3	—	—	23	18	7	12	10	5.2
März	44	14	—	4	14	20.	19	15	11	2	1	—	—	10	7	3	4	4	4.0
April	19	—	—	4	4	3.	20	14	9	—	—	—	—	3	3	1	1	2	2.1
Mai	74	34	20	—	20	23.	19	15	9	7	2	1	1	—	—	—	—	—	8.2
Juni	156	125	50	—	26	20.	22	18	15	10	7	5	2	--	—	—	—	—	10.4
Juli	67	33	21	—	21	27.	18	16	10	4	2	1	1	—	—	—	—	—	6.7
August . . .	66	35	25	—	25	5.	21	14	10	4	2	1	1	—	—	—	—	—	6.6
September .	46	14	—	—	14	3.	13	10	7	4	1	—	—	—	—	—	—	—	6.6
October . .	142	90	59	--	35	9.	27	25	20	7	4	3	2	1	—	—	—	—	7.1
November .	38	21	—	19	11	27.	12	12	8	2	2	—	—	4	4	4	4	1	4.7
December . .	18	—	—	11	9	9.	11	9	6	1	—	—	—	8	6	1	10	3	3.0
Jahr . .	748	402	175	58	35	X	215	173	119	47	24	11	7	53	41	16	33	23	6.3

1889.	Zahl der Tage mit												
	Riesel.	Hagel.	Gefrorner Regen.	Glatteis.	Reif.	Nebel.	Sonnenring.	Mondring.	Regenbogen.	Morgen- und Abendrot.	Donner.	Gewitterzahl.	Erdbeben.
Januar	—	—	1	2	8	6	1	—	—	4	—	—	2
Februar	4	—	1	—	1	1	3	—	—	2	—	—	—
März	1	—	—	—	2	—	3	2	—	—	—	—	—
April	2	—	—	—	2	—	2	1	3	—	3	3	—
Mai	—	1	—	—	—	—	2	—	1	1	6	9	1
Juni	—	2	—	—	—	1	—	—	—	—	14	26	—
Juli	—	2	—	—	—	—	1	—	—	1	6	7	—
August	—	—	—	—	—	—	1	—	1	4	7	12	—
September	—	—	—	—	4	5	—	—	—	1	3	5	—
October	—	—	—	—	—	5	4	—	—	1	—	—	—
November	—	—	—	—	7	5	—	1	1	1	—	—	—
December	—	—	—	—	5	5	—	—	—	—	—	—	—
Jahr	7	5	2	2	29	28	17	4	6	15	39	62	3

Letzte Schneedecke den 3. April.

Letzter Schnee den 4. April.

Letzter Frost den 29. März.

Letzter Reif den 18. April.

Erster Reif den 16. September.

Erster Frost den 13. November.

Erster Schnee den 20. October.

Erste Schneedecke den 27. Nov.

Längste Trockenzeit: 6.—19. September oder 14 Tage,
11.—24. November oder 14 Tage.

Längste Regenzeit: 13.—20. Mai oder 8 Tage,
7.—14. October oder 8 Tage.

Anzahl und mittlere Stärke der Winde.

1889.	N.		NE.		E.		SE.		S.		SW.		W.		NW.		
	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	St.
Januar . . .	17	1.0	3	1.3	**30**	1.2	17	1.0	5	1.0	3	1.0	7	1.3	9	1.0	2
Februar . .	13	1.0	—	—	9	1.0	9	1.0	4	1.0	**26**	1.4	17	1.5	6	1.2	—
März	20	1.5	4	1.0	**21**	1.0	19	1.1	8	1.0	4	1.0	8	1.0	7	1.0	2
April . . .	13	1.2	4	1.2	14	1.4	19	1.1	6	1.0	8	1.1	**21**	1.0	5	1.0	—
Mai	12	1.0	2	1.0	18	1.0	6	1.0	14	1.0	8	1.1	**27**	1.0	6	1.0	—
Juni	20	1.2	—	—	14	1.0	5	1.0	6	1.0	6	1.0	**29**	1.1	6	1.0	4
Juli	18	1.5	—	—	13	1.0	10	1.1	11	1.0	11	1.1	**19**	1.5	11	1.4	—
August . . .	8	1.0	3	1.0	15	1.0	20	1.1	13	1.1	11	1.3	**18**	1.8	4	1.5	1
September .	12	1.4	7	1.1	**19**	1.2	7	1.1	7	1.0	11	1.3	18	1.4	7	1.1	2
October . .	10	1.0	2	1.0	22	1.1	**30**	1.1	10	1.0	1	2.0	13	1.2	3	1.0	2
November .	15	1.0	1	1.0	**23**	1.1	15	1.1	11	1.0	1	1.0	18	1.1	5	1.0	1
December .	**25**	1.0	5	1.0	16	1.2	24	1.0	5	1.0	2	1.0	11	1.1	5	1.0	—
Jahr . .	183	1.2	31	1.1	**214**	1.1	181	1.1	100	1.0	92	1.2	206	1.3	74	1.1	14

1889 Irren-Anstalt.	Temperatur, Celsius.				Temperatur-Differenz Irrenanstalt — Bernoullianum.				Tägliche Amplitude Mittel $1^h - 7^h$		
	7^h	1^h	9^h	Tages-mittel.	7^h	1^h	9^h	Tages-mittel.	Irren-Anstalt.	Bernoulli-anum.	Differenz.
Januar . . .	— 3.24	0.73	— 1.93	— 1.59	— 0.33	0.50	— 0.52	— 0.21	3.97	3.14	0.83
Februar . .	— 1.15	1.87	— 0.35	0.01	0.18	0.39	0.24	0.27	3.02	2.81	0.21
März	0.62	5.82	2.44	2.83	0.36	0.86	— 0.01	0.30	5.20	4.70	0.50
April	6.09	12.41	7.24	8.25	— 0.09	0.67	— 0.49	— 0.10	6.32	5.56	0.76
Mai	13.27	19.88	14.09	15.33	— 0.67	0.73	— 0.21	— 0.09	6.61	5.21	1.40
Juni	16.87	22.63	17.13	18.44	— 0.48	0.43	— 0.79	— 0.41	5.76	4.85	0.91
Juli	16.30	21.84	16.70	17.89	— 0.41	0.02	— 0.70	— 0.44	5.54	5.11	0.43
August . . .	15.23	21.27	15.89	17.07	— 0.20	0.34	— 0.70	— 0.32	6.04	5.50	0.54
September .	10.63	17.45	11.91	12.98	— 0.21	0.69	— 0.53	— 0.14	6.82	5.92	0.90
October . .	7.36	12.33	8.43	9.14	0.03	0.65	— 0.16	0.09	4.97	4.35	0.62
November .	2.36	7.07	3.09	3.90	— 0.24	0.52	— 0.02	0.06	4.71	3.95	0.76
December .	- 2.82	0.19	— 1.95	— 1.63	— 0.02	0.54	— 0.01	0.13	3.01	2.45	0.56
Jahr . .	6.79	11.96	7.72	8.55	— 0.16	0.53	— 0.33	— 0.07	5.17	4.46	0.71

Abweichungen der Jahreszeiten.

Jahreszeit.	Mittlere Temperatur.			Regenhöhe.		
	1888—9.	Normal.	Diff.	1888—9.	Normal.	Diff.
Winter 1887/8 . .	— 1.0	0.9	— 1.9	117	136	— 19
Frühling 1888 . .	8.6	9.5	— 0.9	228	220	+ 8
Sommer 1888 . .	17.1	18.3	— 1.2	293	285	+ 8
Herbst 1888 . . .	9.0	9.6	— 0.6	235	232	+ 3
Winter 1888/9 . .	— 0.6	0.9	— 1.5	93	136	— 43
Frühling 1889 . .	8.8	9.5	— 0.7	137	220	— 83
Sommer 1889 . .	18.2	18.3	— 0.1	289	285	+ 4
Herbst 1889 . . .	8.7	9.6	— 0.9	226	232	— 6

	Abweichung											
	des Monatsmittels des Luftdrucks vom 54 jährigen Mittel		des Monatsmittels der Temperatur vom 62 jährigen Mittel		der monatlichen Regenmenge vom 25 jährigen Mittel				der Zahl der Regentage mit 1 mm. und mehr vom 25 jährigen Mittel		der mittleren Bewölkung vom 26 jährigen Mittel	
					1888		1889					
	1888	1889	1888	1889	mm.	%	mm.	%	1888	1889	1888	1889
Januar . . .	6.0	3.2	— 1.4	— 1.2	— 21	— 58	— 26	— 72	— 3	— 6	— 0.8	— 0.8
Februar . .	— 4.0	— 3.5	— 2.9	— 2.2	— 1	- 2	26	62	1	5	1.6	0.5
März	— 5.6	0.7	— 1.0	— 2.5	47	80	— 15	— 25	6	1	0.9	0.4
April	— 1.0	— 3.3	— 2.4	— 1.2	24	34	— 51	— 73	3	— 1	1.7	0.0
Mai	3.1	— 1.5	0.8	1.6	— 62	— 69	— 16	— 18	— 5	— 2	— 1.7	0.9
Juni	— 0.7	— 0.9	0.0	1.5	29	26	44	40	7	3	— 0.5	0.8
Juli	— 2.2	— 0.3	— 2.4	— 0.9	— 13	— 15	— 18	— 21	4	— 1	1.4	0.0
August . . .	2.1	1.0	— 1.3	— 0.9	— 8	— 9	— 22	— 25	— 1	— 1	0.3	— 0.4
September .	2.6	0.6	0.2	— 1.5	2	2	— 38	— 45	0	— 3	0.1	— 0.4
October . . .	2.8	— 3.0	— 3.0	— 0.5	20	25	62	77	— 1	9	— 2.2	0.3
November .	1.2	7.5	1.1	— 0.7	— 19	— 28	— 30	— 44	1	— 2	0.9	— 1.6
December .	2.1	4.9	— 1.1	— 2.7	— 42	— 74	— 39	— 68	— 5	— 3	— 2.4	— 0.2
Jahr . . .	0.5	0.5	— 1.1	— 0.9	— 44	— 5	— 123	— 14	8	0	0	0

Verlauf der Witterung.

1. Temperatur. Wie das Vorjahr, so war auch das Jahr 1888 ganz beträchtlich zu kalt, seine Mitteltemperatur ist 1°,1 unter der Normalen, und reiht sich damit den kältesten Jahren des Jahrhunderts an. Eine noch niedrigere Mitteltemperatur weisen nur auf 1887, 1879 und 1871. Zu diesem Ergebnisse haben fast alle Monate beigetragen, nur Mai und der einen herrlichen Altweibersommer bringende November waren zu mild, alle andern Monate zu kühl, in besonders hohem Grade der October, der nächst dem October der Jahre 1887 und 1881 der kälteste der ganzen Beobachtungs-Reihe ist. Weniger extrem, aber immerhin noch ungewöhnlich kalt war der Februar. Die absolute Abweichung des Juli ist weniger bedeutend als die der eben genannten Monate, aber relativ war jener Monat doch kühler, indem nur ein einziger, der Juli 1879, ein niedrigeres Temperaturmittel besitzt als der Juli 1888. All dem entspricht, dass wir im Jahr 1888 nicht weniger als 18 Tage finden, deren mittlere Tagestemperatur unter das seit 1826 am nämlichen Datum beobachtete Mittel herabsinkt, dagegen nur 3 Tage mit einem das bisher beobachtete höchste Mittel übersteigenden. Diese Tage sind:

Kälteste Tage.

1888.		Tagesmittel.	Bisher kältester Tag.	Jahr.
Februar	24.	—6.6	—3.5	1860
„	29.	—2.7	—2.3	1840
April	4.	1.1	2.4	1881
„	5.	0.4	1.8	1839
„	6.	—0.9	1.2	1839
„	7.	—0.1	1.5	1837

Juni	18.	11.0	11.3	1884
Juli	12.	12.1	13.5	1841
„	13.	12.0	14.0	1840
August	1.	14.6	14.6	1860, 1866
„	2.	11.7	14.6	1867
„	5.	13.1	14.1	1829
„	6.	12.7	14.5	1867
October	7.	3.7	4.7	1881
„	8.	4.4	4.8	1829
„	9.	4.2	4.4	1877
„	20.	2.8	2.9	1843
„	21.	2.7	3.3	1842

Wärmste Tage.

1888.	Tagesmittel.	Bisher wärmster Tag.	Jahr.
Juni 4.	25.1	24.3	1858
„ 5.	24.6	23.9	1849, 1858
„ 6.	24.1	23.9	1849

Das Ungewöhnliche der Octoberkälte wird auch dadurch veranschaulicht, dass wenn man von drei ganz vereinzelten Schneefällen im August und September früherer Jahre absieht, im Jahre 1888 der erste Schneefall früher eingetreten ist als je in den 111 Jahren, aus denen wir zuverlässige Angaben besitzen. Durchschnittlich haben wir den ersten Schnee am 19. November zu erwarten, der bisher frühste Fall trat am 8. October 1829, dem kalten Winter 1829/30 vorausgehend, auf, 1888 dagegen schon am 7. October.

Da schon der October des Vorjahres 1887 durchaus winterlich war und dieser Zustand bis Mitte April 1888 andauerte, so wird mit Fug und Recht der Winter 1887/88 in der Witterungsgeschichte als der lange Winter par excellence denkwürdig bleiben.

Im Jahre 1889 dauerte die abnorme kalte Witterung fort, nur im Mai und Juni überstieg die Temperatur den Normalwert, und besonders der Mai darf zu den warmen Monaten gezählt werden, wiewol er noch lange nicht an die heissen Maimonate der Jahre 1841 und 1868 hinanreichte. Mit dem Juli trat jedoch wieder ein Rückfall zu mangelnder Wärme ein, und dieser hielt fast bis zu Ende des Jahres an, so dass das Wärmedeficit des Jahres 1889 nur weniges hinter dem des Vorjahres zurückblieb. Die Temperaturabweichungen der Jahreszeiten (pag. 145) bringen diese abnormen Verhältnisse sehr deutlich zum Ausdruck, indem vom Herbste 1887 an bis ins Jahr 1890 hinein nicht eine einzige Jahreszeit den normalen Wärmegrad erreichte. Unter solchen Umständen wundert es nicht, dass auch das Jahr 1889 wieder eine grosse Zahl, nämlich 10, Tage aufweist, an denen das Tagesmittel niedriger ausfiel als je zuvor seit 1826, dagegen nur ein einziger Tag die Temperaturgrenze nach oben hin erweiterte. Es sind dies die Tage:

Kälteste Tage.

1889.		Tagesmittel.	Bisher kältester Tag.	Jahr.
Februar	27.	—4.2	—4.0	1858
März	16.	—5.9	—4.0	1887
April	3.	2.2	2.8	1881
September	16.	8.2	8.9	1848
„	17.	6.9	9.5	1870
„	18.	7.5	10.0	1877
„	21.	9.1	9.3	1827
„	25.	7.7	8.0	1887
October	2.	7.0	7.7	1887
December	2.	—6.1	—5.5	1879

Temperatur.

Mittel und Abweichungen vom Normalwert.

Pentade.	1888 Mittel.	1888 Abweichg.	1889 Mittel.	1889 Abweichg.
1. Jan. 1. — 5.	— 2.6	— 2.2	— 4.2	— 3.8
2. 6. — 10.	2.8	3.4	— 0.4	0.2
3. 11. — 15.	— 0.8	— 0.2	— 0.1	0.5
4. 16. — 20.	— 5.6	— 5.3	— 1.9	— 1.6
5. 21. — 25.	1.5	1.4	— 3.0	— 3.1
6. 26. — 30.	— 3.2	— 3.8	— 0.1	— 0.7
7. 31. — 4. Febr.	— 6.0	— 6.9	4.1	3.1
8. Febr. 5. — 9.	2.7	1.6	— 0.8	— 1.9
9. 10. — 14.	3.5	2.1	— 3.0	— 4.4
10. 15. — 19.	— 1.5	— 3.5	3.8	1.9
11. 20. — 24.	— 3.4	— 6.1	— 2.1	— 4.7
12. 25. — 1. März	— 3.1	— 6.4	— 2.5	— 5.9
13. März 2. — 6.	— 1.4	— 5.2	— 1.4	— 5.2
14. 7. — 11.	7.0	2.9	5.7	1.6
15. 12. — 16.	6.1	1.6	— 0.3	— 4.8
16. 17. — 21.	0.6	— 4.4	3.5	— 1.5
17. 22. — 26.	4.8	— 1.0	3.6	— 2.2
18. 27. — 31.	8.4	1.5	4.8	— 2.1
19. April 1. — 5.	4.2	— 3.7	5.0	— 2.9
20. 6. — 10.	1.8	— 6.9	7.3	— 0.9
21. 11. — 15.	6.7	— 2.5	6.7	— 2.5
22. 16. — 20.	10.5	0.6	7.8	— 2.1
23. 21. — 25.	9.8	— 0.8	11.2	0.6
24. 26. — 30.	10.7	— 0.6	11.5	0.2
25. Mai 1. — 5.	11.4	— 0.5	14.8	2.9
26. 6. — 10.	14.5	1.9	14.9	2.3
27. 11. — 15.	12.0	— 1.3	14.2	1.0
28. 16. — 20.	18.3	4.2	13.6	— 0.4
29. 21. — 25.	16.3	1.3	16.7	1.8
30. 26. — 30.	14.9	— 0.8	17.2	1.5
31. 31. — 4. Juni	19.1	2.8	19.3	2.9
32. Juni 5. — 9.	20.7	3.9	20.8	4.0
33. 10. — 14.	17.2	0.1	17.7	0.6
34. 15. — 19.	12.0	— 5.5	17.8	0.3
35. 20. — 24.	17.5	— 0.4	19.1	1.2
36. 25. — 29.	17.5	— 0.8	19.1	0.8

Temperatur.

Mittel und Abweichungen vom Normalwert.

Pentade.	1888 Mittel.	1888 Abweichg.	1889 Mittel.	1889 Abweichg.
37. Juni 30. — 4. Juli	14.8	— 3.9	17.7	— 0.9
38. Juli 5. — 9.	16.7	— 2.3	19.2	0.2
39. 10. — 14.	13.9	— 5.4	23.4	4.1
40. 15. — 19.	16.4	— 3.1	16.5	— 3.1
41. 20. — 24.	20.0	0.6	17.6	— 1.9
42. 25. — 29.	18.5	— 0.8	15.6	— 3.6
43. 30. — 3. Aug.	15.0	— 4.1	19.7	0.5
44. Aug. 4. — 8.	14.3	— 4.8	18.5	— 0.6
45. 9. — 13.	21.5	2.6	16.5	— 2.4
46. 14. — 18.	17.9	— 0.5	17.9	— 0.6
47. 19. — 23.	16.4	— 1.5	17.9	0.1
48. 24. — 28.	18.0	0.8	13.8	— 3.5
49. 29. — 2. Sept.	13.9	— 2.8	19.7	3.0
50. Sept. 3. — 7.	16.7	0.6	16.8	0.7
51. 8. — 12.	12.5	— 2.9	16.3	0.9
52. 13. — 17.	16.5	1.8	12.0	— 2.7
53. 18. — 22.	14.3	0.3	9.6	— 4.3
54. 23. — 27.	15.8	2.4	9.3	— 4.1
55. 28. — 2. Oct.	12.7	0.0	9.4	— 3.2
56. Oct. 3. — 7.	7.4	— 4.3	11.4	— 0.3
57. 8. — 12.	5.5	— 5.2	9.1	— 1.6
58. 13. — 17.	5.6	— 4.1	7.0	— 2.7
59. 18. — 22.	4.1	— 4.8	8.2	— 0.6
60. 23. — 27.	7.0	— 0.9	8.8	0.8
61. 28. — 1. Nov.	7.5	0.5	9.9	2.9
62. Nov. 2. — 6.	5.8	— 0.3	7.5	1.4
63. 7. — 11.	2.1	— 3.1	7.3	2.2
64. 12. — 16.	4.6	0.2	3.0	— 1.4
65. 17. — 21.	7.3	3.4	2.4	— 1.6
66. 22. — 26.	6.1	2.5	1.7	— 1.9
67. 27. — 1. Dec.	7.0	4.0	— 1.1	— 4.1
68. Dec. 2. — 6.	0.3	— 1.9	— 4.7	— 6.9
69. 7. — 11.	— 0.7	— 2.1	— 2.6	— 4.0
70. 12. — 16.	— 3.8	— 4.7	— 0.6	— 1.5
71. 17. — 21.	— 0.8	— 1.4	— 3.2	— 3.8
72. 22. — 26.	2.4	2.3	3.0	2.8
73. 27. — 31.	0.5	0.7	— 1.7	— 1.5

Wärmste Tage.

1889.	Tagesmittel.	Bisher wärmster Tag.	Jahr.
Juli 12.	27.7	27.5	1832

Um diese ganz eigenartigen Kältezustände auf einen Blick übersehen zu können, geben wir im Folgenden eine Zusammenstellung der Pentadenmittel der Temperatur (berechnet nach dem Schema $\frac{1}{4}(7+1+2\times9)$ sowie ihrer Abweichungen von den pag. 129 angeführten ausgeglichenen Normalwerten. Die Tabelle, sowie ihre graphische Darstellung (Tafel 1.) lässt erkennen, dass das Jahr 1888 mehr durch intensive, das Jahr 1889 mehr durch lang andauernde Kälte ausgezeichnet ist. Zweimal, Mitte März bis Mitte April und Mitte November bis Mitte Dezember begegnen wir Reihen von 8 aufeinander folgenden zu kühlen Pentaden und im Sommer 1888 finden wir eine 7 Pentaden umfassende kalte Periode.

2. Niederschlag. Beide Beobachtungsjahre zählen hinsichtlich der Regenmenge zu den trocknen, 1889 stärker als das vorhergehende. Im Jahre 1888 war wesentlich nur der Jahresanfang zu trocken, sowie der Mai, letzterer Monat in so ausserordentlichem Grade wie nicht mehr seit Mai 1868. Wesentlich zu nass war nur der März, der nahe an die bisher regenreichsten der Jahre 1866, 1867 und 1880 heranreichte. Im Jahre 1889 erstreckte sich die Trockenheit über 9 Monate und war im Januar, April und December besonders intensiv.

Der Rhein wurde im Januar so niedrig, dass bei Laufenburg der berühmte Laufenstein sichtbar wurde, der Stand am Basler Rheinpegel betrug am 28. bloss 7 Centimeter.

Im Gegensatze hiezu steht der October, der hin-

Januar Februar März April Mai Juni Juli August September October November December

Normal Temperatur

1888.

Normal Temperat

1889

Temp. Scala für 1888

Temp. Scala 1889

Pentade

Verlauf der Temperatur

in den Jahren 1888 und 1889

nach Pentaden.

sichtlich der Häufigkeit wie der Ausgiebigkeit der Niederschläge nur noch von dem des Jahres 1880 übertroffen wird.

Tage mit mindestens 20 mm. Niederschlag brachte 1888 2, 1889 die für ein Trockenjahr sehr hohe Zahl von 7, nämlich:

1888.		Tagesmenge des Niederschlags.
März	25.	25.5
October	2.	38.2
1889.		
Mai	23.	20.0
Juni	9.	23.7
„	20.	26.4
Juli	27.	20.5
August	5.	25.0
October	9.	35.0
„	10.	24.2

3. Auch der **Luftdruck** lässt deutlich das Ungewöhnliche der Witterungsverhältnisse der beiden Berichtsjahre erkennen. März und Juli 1888 und der Mai 1889 sind durch ausserordentlich niedrige Monatsmittel, Mai und August 1888 durch sehr hohe ausgezeichnet, und im November 1889 erreichte das Monatsmittel einen in solcher Höhe in der ganzen 1826 beginnenden Beobachtungsreihe noch nicht vorgekommenen Wert. Ebenso weisen die Extreme eine Reihe bemerkenswerter Fälle auf, im Juli 1888 lag das Minimum besonders tief, im Mai und October 1889 das Maximum, während September und October 1888, sowie November 1889 durch sehr hohe Maxima hervorstechen.

4. Von besondern Erscheinungen sind zu erwähnen: Der Rhein trieb **Grundeis** 1888, Januar 30. von Morgens an bis zum Abend des 31. schwach, dann stark am 1. Fe-

bruar, am 2. erlosch dasselbe gegen Abend. Im Jahre 1889 brachte der Rhein in der Nacht vom 13./14. Februar wieder viel Grundeis, um 4^h Morgens war er fast mit demselben überdeckt, gegen Abend wurde der Strom wieder eisfrei.

Am 6. Januar 1888 machte **Glatteis** die Wettsteinbrücke auf kurze Zeit unpassirbar. Im folgenden Jahre stellte sich fast am selben Datum, nämlich am 7. Januar, abermals ein starkes Glatteis ein und verursachte in den steilen Strassen der Stadt eine Anzahl von Unglücksfällen.

Blitzschläge: 1888. 20. Juni, 5 p. In die Küche des Missionshauses ohne wesentlichen Schaden.

1888, Juli, fand in der Nacht vom 27./28. etwa von Mitternacht bis 1 Uhr ein starkes Gewitter statt, ihm folgte um 3^h a. ein noch viel heftigeres; dasselbe zog niedrig über dem Boden hin, der Donner rollte ununterbrochen in der Art eines eigentümlichen Geknatters und es hatte den Anschein, als ob jeder Blitz einschlüge. Am nächsten Tage wurden denn auch eine ganze Reihe von Blitzschlägen bekannt, so im Hause Feierabendstrasse 52, wo er wieder genau den nämlichen Weg nahm wie einige Jahre zuvor. An der Ryffstrasse wurde ein Apricosenbaum, am Riehenteichweg eine Pappel getroffen, am Hause Elsässerstrasse 81 deckte der Blitz von der First bis zum untern Dachrande eine Reihe Ziegel ab und ging dann, dem Rand des Daches folgend, durch einen Balken hindurch der Mauer entlang, ohne zu zünden, zum Boden.

Im benachbarten St. Ludwig schlug er in den Blitzableiter einer Fabrik, ferner in ein Bahnwärterhäuschen unterhalb des Bahnhofs und zertrümmerte die Thüre. Eben dort erschlug der Blitz in einer Stallung zwei

Pferde, ein drittes verlor nur das Eisen an einem Vorderhuf, die Stallung selbst brannte nieder. Näher bei Basel, am Entenweidgässli, wurde eine Telegraphenstange getroffen. Auf dem Strässchen von St. Ludwig nach Burgfelden, etwa 100 Schritt vom letztern Dorfe entfernt, an einer Stelle, wo sich offenbar stehendes Wasser gesammelt hatte, wurde der deutsche Grenzwächter Ringwald vom Blitze getroffen und getötet. Der Tod scheint augenblicklich erfolgt zu sein, denn man fand den Unglücklichen nachher noch den Stock des (mit Meerrohrgestell versehenen) Regenschirms, mit dem er sich gegen das Unwetter einigermassen zu schützen suchte, fest in der Hand haltend. Sein Gewehrschaft wurde zersplittert, der Rock an Aermel und Kragen zerfetzt, auch die Fussbekleidung ganz ähnlich wie bei andern solchen Unglücksfällen beschädigt, Sohle und Hacken abgetrennt. Es bestätigt dieser Fall aufs neue die Gefährlichkeit von wasserdurchtränkten, also gut leitenden Stellen des Erdbodens, namentlich bei niedrig ziehenden Gewittern.

1888, September 30, schlägt der Blitz in die Telegraphenleitung am badischen Bahnhof und zerstört im Innern des Gebäudes den isolirten Leitungsdraht, ohne weitern Schaden anzurichten.

1889, Juli 1, schlug der Blitz im Soolbad Schweizerhall ein, demolirte einen Schornstein bis zum Erdgeschoss, zerstörte verschiedenes Küchenmobiliar und betäubte eine Frau für längere Zeit. An der Telephon-Central-Station in Basel fielen bei 4 Blitzen die sämmtlichen Klappen; ausserdem wurden drei ins Birstal führende Leitungen beschädigt. Bei dem nämlichen Gewitter schlug der Blitz auch in einen Schornstein des Hauses Elisabethenstrasse 5, jedoch ohne erheblichen Schaden anzurichten.

Höhenrauch. Am 26. Mai, Vm. 10 Uhr, erfüllte ein brenzlicher Höhenrauchgeruch die ganze Umgebung von

Basel, ebenso am folgenden Tage. Der Himmel hatte ein weisslich trübes Aussehen. Die Sonne ging am 27. blutrot unter. Die Wetterkarten zeigten die für das Auftreten von Höhenrauch bei uns charakteristische Situation, schon seit dem 21. Mai lag ein Druckmaximum über Grossbritannien, mit dem 24. nahmen die Isobaren auf und südlich der Nordsee jene meridional verlaufende Richtung an, welche eine directe Luftzufuhr aus den Gebieten der Moorbrände zur Folge hat. Am 25. begann das Barometer schwach, am 26. stärker zu fallen, so dass die in der Höhe schwebenden Rauchmassen zu Boden gezogen wurden. Ein leichter Regen am 28. schnitt die Erscheinung ab.

Erdbeben. 1888. September 15. 11^h 14^m Nachts wurde in zwei verschiedenen Häusern am Claragraben gleichzeitig ein Vibriren des Porcellanschirms einer Hängelampe gehört.

1889. Januar 7. 11^h 52^m Vormittags, also zur nämlichen Zeit, da in der ganzen Ostschweiz heftige Erderschütterungen eintraten, wurde von 6 in den verschiedensten Quartieren der Stadt, Alban-Vorstadt, Malzgasse, Sternengasse, Claraschulhaus und Rheinsprung wohnenden Beobachtern deutlich ein Erdstoss constatirt.

Januar 19. 1^h 25^m Nachmittags zeigte das Seismometer im Bernoullianum einen leichten Stoss an.

Mai 30. 8^h 56^m Abends, ein offenbar mit dem Erdbeben bei Jersey und Cherbourg in Verbindung stehender Stoss.[1])

---

[1]) Vgl. für das Detail: Hagenbach-Bischoff. Erdbeben des 30. Mai 1889. Diese Verhandl. Bd. 8, p. 853.

Monatssummen der Niederschläge der Stationen um Basel.[1])

1888	Bernoullianum.		Bernoulli-strasse 20.	Irren-Anstalt.	Botanischer Garten.	Binningen.	Neue Welt.	Riehen.	Therwil.	Aesch.	Augst.	Haagen.
	Terasse.	Hof.										
Januar . . .	6.9	—	—	9.9	21.9	13.6	12.3	—	11.9	16.1	11.4	19.0
Februar . .	28.6	—	—	32.3	46.5	40.1	40.2	—	44.7	44.3	31.8	40.0
März	87.0	—	96.6	95.6	105.2	102.3	91.9	97.6	101.7	103.1	76.2	105.0
April . . .	72.3	—	89.0	83.2	99.7	99.9	102.0	93.4	105.5	91.4	79.6	82.0
Mai	21.8	22.6	23.7	23.1	28.9	23.6	29.4	29.5	27.4	37.3	30.6	29.0
Juni	121.6	125.3	129.0	139.0	133.0	146.6	121.5	117.4	140.6	143.9	176.3	129.0
Juli	57.6	59.7	61.5	68.1	73.8	74.6	73.1	77.8	83.3	81.5	88.4	86.5
August . .	66.3	72.5	73.7	72.2	79.5	75.2	70.8	81.3	68.0	71.8	95.7	68.0
September .	72.7	77.0	78.4	93.3	82.3	67.2	71.8	78.3	58.9	78.2	79.0	99.0
October . .	83.4	90.7	90.5	88.3	97.3	98.4	105.4	104.0	101.9	120.2	96.0	106.0
November .	43.6	45.2	43.3	46.4	45.1	44.7	43.2	54.0	39.4	43.4	45.4	67.0
December .	13.7	16.6	13.3	15.9	14.0	14.4	14.1	16.8	12.5	13.5	14.5	17.0
Jahr . .	675.5	—	—	767.3	827.2	800.6	775.7	—	795.8	844.7	824.9	847.5
Mai — Dec.	480.7	509.6	513.4	546.3	553.9	544.7	529.3	559.1	532.0	589.8	625.9	601.5

[1]) Vgl. diese Verhandl. Bd. VIII, p. 563.

Zahl der Tage mit mindestens 1 mm. Niederschlag.

1888.	Bernoullianum. Terasse.	Bernoullianum. Hof.	Bernoulli-strasse 20.	Irren-Anstalt.	Botanischer Garten.	Binningen.	Neue Welt.	Riehen.	Therwil.	Aesch.	Augst.	Haagen.
Januar . . .	2	—	—	4	6	5	5	—	5	6	3	8
Februar . .	8	—	—	8	9	9	9	—	10	9	6	12
März	15	—	15	13	15	15	15	15	15	12	13	15
April . . .	11	—	14	14	14	14	14	14	13	13	10	13
Mai	5	5	6	5	6	5	6	6	5	6	6	5
Juni	17	17	18	17	19	17	17	17	17	15	17	16
Juli	12	13	13	13	16	14	14	18	16	16	17	19
August . . .	9	9	9	9	9	9	8	10	9	9	10	10
September .	9	9	9	9	9	8	9	11	6	9	10	10
October . .	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	9	9
November .	9	11	9	9	12	13	14	11	12	9	10	14
December .	4	5	5	5	4	4	3	5	4	5	4	3
Jahr . .	110	—	—	116	129	123	124	—	122	119	115	134
Mai — Dec.	74	78	79	77	85	80	81	88	79	79	83	86

1889.	Bernoulli-anum.	Bernoulli-strasse 20.	Irren-Anstalt.	Botanischer Garten.	Binningen.	Neue Welt.	Riehenstrasse 23.	Riehen	Therwil.	Aesch.	Augst.	Haagen.	Schönau.
Seehöhe.	284 m.	270 m.	271 m.	275 m.	286 m.	267 m.	260 m.	285 m.	310 m.	320 m.	274 m.	305 m.	525 m.
Januar . . .	10.1	9.3	10.6	9.6	9.9	9.5	—	10.3	7.5	13.3	10.7	17.5	—
Februar . .	68.5	66.4	65.2	77.5	74.6	63.6	—	79.8	73.0	83.8	64.1	97.0	—
März	43.5	43.8	43.3	52.6	48.7	53.3	—	51.1	52.5	63.8	29.0	68.0	—
April . . .	19.3	17.8	19.7	21.1	18.4	25.8	—	23.8	36.6	25.8	16.8	36.5	66.0
Mai	73.9	76.0	69.1	99.7	75.5	81.5	—	66.3	62.3	92.9	71.5	71.0	83.5
Juni	155.7	152.6	157.2	168.2	148.9	156.5	—	192.5	205.1	169.1	159.3	174.5	186.0
Juli	67.0	64.7	57.0	79.7	76.7	81.8	69.2	136.8	75.5	85.2	110.0	92.0	112.0
August. . .	66.2	66.0	54.2	83.2	69.8	68.6	71.5	91.9	70.0	68.5	109.3	84.5	129.0
September .	45.6	45.4	67.7	49.5	49.6	50.4	47.7	51.2	50.1	53.0	61.0	68.5	123.0
October . .	141.9	138.0	160.8	141.6	123.6	134.1	141.9	135.1	145.3	127.0	129.1	142.0	182.5
November .	37.8	35.5	47.5	38.3	38.1	38.6	42.3	38.7	40.4	47.3	32.3	48.0	85.0
December .	18.0	18.2	15.6	21.5	18.1	19.4	20.3	22.5	15.1	26.2	12.4	25.0	83.0
Jahr . .	747.5	733.7	767.9	842.5	751.9	783.1	392.9 (6 Monate)	900.0	833.4	855.9	805.5	924.5	1050.0 (9 Monate)

Zahl der Tage mit mindestens 1 mm. Niederschlag.

1889.	Bernoulli-anum.	Bernoulli-strasse 20.	Irren-Anstalt.	Botaniseher Garten.	Binningen.	Neue Welt.	Riehenstrasse 23.	Riehen.	Therwil.	Aesch.	Augst.	Haagen.	Schönau.
Januar . . .	1	1	1	1	1	1	—	1	1	3	3	3	—
Februar . .	13	13	14	15	14	13	—	16	15	14	9	16	—
März	11	11	11	12	12	12	—	11	10	13	7	13	—
April . . .	9	8	9	11	8	14	—	10	10	11	7	10	14
Mai	9	11	12	12	11	13	—	13	14	13	11	14	15
Juni	15	15	16	15	15	13	—	17	15	16	16	13	18
Juli	10	12	10	10	14	10	10	12	12	10	11	12	16
August . . .	10	9	9	11	12	11	11	12	11	12	12	12	15
September .	7	7	9	8	10	9	7	9	9	8	9	9	10
October . .	20	18	18	18	16	16	19	18	18	16	18	18	15
November .	8	7	7	7	7	6	7	8	6	10	7	10	9
December .	6	5	4	4	4	4	4	5	4	8	4	6	7
Jahr . .	119	117	120	124	124	122	58 (6 Monate)	132	125	134	114	136	119 (9 Monate)

Registrirung des Niederschlags.

Im Sommer 1888 wurde ein continuirlich registrirender Pluviometer aus der Werkstätte des Herrn Th. Usteri-Reinacher in Zürich aufgestellt. Dasselbe hat eine Auffangöffnung von 2,5 dm.^{2} und gestattete während der Zeit, auf welche sich die nachfolgenden Tabellen beziehen, Niederschläge von der Intensität 0,1 mm. pro Stunde noch sicher zu messen, die Dauer der einzelnen Niederschläge konnte, sofern ihre Intensität nicht unter die genannte Grenze sank, bis auf wenige (2—3) Minuten sicher erhalten werden. Im Frühjahr und Sommer 1889 war in Folge einer Störung die Empfindlichkeit eine geringere, und wir beschränken uns darum für diesen Zeitraum auf die Angabe der intensiven Niederschläge.

Nachfolgende Tabelle enthält alle vom 8. Juni 1888 bis 31. December 1889 beobachteten Niederschläge von mindestens 5 Minuten Dauer und mindestens 20 mm. pro Stunde Intensität, und zwar nur so weit die Intensität innerhalb des angegebenen Zeitraumes merklich constant geblieben, andernfalls wurde die vom Instrument gezeichnete Curve in mehrere Teile von nahe constanter Neigung zerlegt. (Vergleich den Platzregen vom 5. August 1889).

Tägliche Periode des Niederschlags. Zur Ableitung der täglichen Periode konnten die Beobachtungen von 113 Niederschlagstagen verwendet werden, welche dem Zeitraum vom 8. Juni — 30. September 1888, 12. December 1888 — 10. Januar 1889, 3. September — 30. November und 11. — 31. December 1889, der im Ganzen 254 Tage umfasst, angehören.

Dauer und Intensität von Platzregen.

Datum.			Beginn.		Ende.		Dauer. Minuten.	Menge. mm.	Intens. mm. pro Stunde.
			h	m	h	m			
1888.	Juni	18.	10	10 a	10	20 a	10	3.8	22.8
			4	40 p	4	53 p	13	6.3	29.1
		20.	4	56 p	5	28 p	32	15.2	28.5
		26.	1	28 p	1	38 p	10	11.1	66.6
	Sept.	6.	2	16 p	2	24 p	8	5.4	40.5
		30.	2	59 p	3	9 p	10	6.0	36.0
1889.	Mai	23.	7	38 p	8	18 p	40	16.4	24.6
	Juni	9.	6	3 p	6	24 p	21	13.3	38.0
		19.	9	29 p	9	36 p	7	4.6	39.4
		21.	1	3 a	1	20 a	17	9.7	34.2
		28.	10	52 a	11	10 a	18	12.8	42.7
	Juli	9.	8	37 p	8	42 p	5	5.2	62.4
		27.	6	49 p	6	56 p	7	4.7	40.3
	Aug.	5.	3	18 p	3	27 p	9	3.4	22.7
			3	27 p	3	35 p	8	18.4	138.0
		13.	4	4 p	4	11 p	7	4.0	34.3

In der Tabelle auf Seite 164 enthält die zweite Colonne die gesamte während der betreffenden Tagesstunde gefallene Niederschlagsmenge; die dritte Colonne gibt die Anzahl der Fälle, in welchen innerhalb der bezüglichen Stunde vom Registrirapparat ein Niederschlag aufgezeichnet worden ist, und die letzte Colonne gibt den Quotienten der beiden vorhergehenden Zahlen, Menge: Häufigkeit, d. h. die mittlere stündliche Menge, dieselbe ist wesentlich verschieden von der in den spätern Tabellen aufgeführten Intensität, als welche der Quotient Nie-

derschlagsmenge: Dauer des Niederschlags bezeichnet wird. Da es nicht immer eine volle Stunde hindurch geregnet hat, so wird die mittlere stündliche Menge kleiner 'ausfallen als die Intensität, in der Tat ist im Gesammtmittel die stündliche Menge 0,90 mm., die mittlere Intensität 1,36, also um die Hälfte grösser.

Obgleich die Zahlen, welche die Stundenwerte darstellen, noch ziemlich unregelmässig schwanken, so tritt doch schon entschieden ein täglicher Gang hervor; im späten Nachmittag erreichen entsprechend dem täglichen Hauptmaximum der Gewitterfrequenz, Niederschlagsmenge, -Häufigkeit und -Ergiebigkeit ihren grössten Wert, gegen Abend 7—9 Uhr erlahmen gleichzeitig alle drei. Die frühe Morgenstunde 4—5 zeigt für die Menge wie für die Häufigkeit ein deutliches Wiederanschwellen, bei der Ergiebigkeit tritt dieses auch, wenngleich lange nicht so scharf hervor. Ein zweites Minimum tritt zwischen 9 und 11 Uhr Vm. auf.

Es weicht dieser tägliche Gang sehr erheblich von dem von Herrn Prof. Forster[1]) für Bern ermittelten ab, und es scheint die Discrepanz nicht blos durch den stark verschiedenen Umfang des Materiales (Bern 8140 Regenstunden, Basel blos 668), sondern mehr durch örtliche Verhältnisse bedingt zu sein, wie denn auch die Kurven, welche das jetzt in Basel aufgestellte Instrument bei den Proben in Zürich aufgezeichnet hatte, hier niemals auch nur entfernt ähnlich sich reproducirten. Allem Anschein nach dürfte die continuirliche Regenregistrirung

---

[1]) Forster. Die stündliche Vertheilung des atmosphärischen Niederschlages, abgeleitet aus den Aufzeichnungen der selbstregistrirenden Ombrometer der Sternwarte zu Bern. Schweiz. Meterolog. Beob. Jahrgang 1872.

Tägliche Periode der Niederschläge.

Beobachtungen von 254 Tagen.

	Nieder-schlags-Menge. mm.	Zahl der Nieder-schlags-stunden.	Mittlere stünd-liche Menge.
7 — 8	20.1	28	0.72
8 — 9	20.1	23	0.87
9 — 10	22.3	*21*	1.06
10 — 11	*17.4*	*21*	0.83
11 — Mittag	24.6	26	0.95
Mittag — 1	18.8	22	0.85
1 — 2	38.2	27	1.41
2 — 3	23.6	**36**	0.66
3 — 4	31.8	32	0.99
4 — 5	**48.4**	31	**1.56**
5 — 6	35.4	26	1.36
6 — 7	18.5	27	0.69
7 — 8	*15.0*	22	*0.68*
8 — 9	20.1	*21*	0.96
9 — 10	23.5	24	0.98
10 — 11	18.8	25	0.75
11 — Mnt.	21.1	23	0.92
Mnt. — 1	26.1	27	0.97
1 — 2	26.0	30	0.87
2 — 3	22.8	33	0.69
3 — 4	22.0	32	0.69
4 — 5	**33.4**	**39**	0.86
5 — 6	23.9	34	0.70
6 — 7	30.1	38	0.79
Total	602.0	668	0.90

besonders im vielgestaltigen Terrain der Schweiz zu recht bemerkenswerthen Ergebnissen führen.

Zusammenhang zwischen Dauer und Intensität. Die einzelnen im oben erwähnten Zeitraume verzeichneten Niederschläge haben wir nach der Dauer, der Ergiebigkeit und der Intensität gruppirt, bei letzterer Gruppirung wurden 8 Niederschläge von wechselnder Intensität in zwei oder drei Teile zerlegt und 16 schwache Niederschläge von einer für sichere Intensitätsbestimmung zu kurzen Dauer fortgelassen. Die nachfolgende Tabelle gibt zunächst die Zahl der Niederschläge einer Gruppe, die Gesammtmenge, welche dieselben lieferten und ihre Gesammtdauer. Durch Division der beiden letztgenannten Zahlen durch die erste erhält man die mittlere Menge und Dauer des einzelnen Niederschlags, und die Gesammtmenge dividirt durch $^1/_{60}$ der Gesammtdauer gibt die Intensität ausgedrückt in Millimeter pro Stunde.

Aus der Tabelle liessen sich ohne weiteres eine ganze Reihe von Resultaten ablesen, wir wollen jedoch damit noch warten, bis reichlicheres Beobachtungsmaterial vorliegt, und einstweilen nur darauf hinweisen 1) wie ausserordentlich die unter 1 Stunde dauernden, die unter 1 mm. ergebenden und die schwachen Niederschläge unter 5 mm. pro Stunde an Zahl überwiegen, 2) wie die heftigen Niederschläge über 5 mm. pro Stunde, obschon an Zahl nur $^1/_{11}$ aller, an Menge $^1/_6$ der Gesammtsumme ergeben, und endlich 3) wie durch die Zahlen der letzten Colonnen deutlich ausgesprochen ist, in welcher Weise mit längerer Andauer des Niederschlags eine Abnahme seiner Intensität vorhanden ist.

In einer letzten Tabelle stellen wir die Ergebnisse der Registrirbeobachtungen für die einzelnen Monate zu-

Gruppirung der Niederschläge.

		Gesammt-			Mittel des Einzelnen Niederschlags.		
		Zahl.	Menge. mm.	Dauer. Minuten.	Menge. mm.	Dauer. Minuten.	Intensität. mm./Std.
Dauer des Nieder-schlags	bis 10 m	87	41.1	558	0.47	6.41	4.19
	10—30 m	53	30.1	1107	0.57	20.9	1.63
	30—60 m	60	76.0	2694	1.27	44.9	1.69
	1—2 h	49	109.4	4456	2.23	90.9	1.47
	über 2 h	65	345.4	17805	5.21	273.9	1.16
	Summe	314	602.0	26620			
Menge des Nieder-schlags	bis 1 mm	205	67.8	8011	0.33	39.1	0.51
	1.1—3.0 mm	49	91.0	5205	1.86	106.2	1.05
	3.1—5.0 mm	27	102.5	4151	3.80	153.7	1.48
	5.1—10.0 mm	20	134.0	4371	6.70	218.6	1.84
	über 10 mm	13	206.7	4882	15.90	375.5	2.52
	Summe	314	602.0	26620			
Intensität des Nieder-schlags	bis 10 mm/Std.	150	114.6	14505	0.76	96.7	0.47
	1—5 mm/Std.	137	384.1	11637	2.80	84.9	1.98
	5 – 10 mm/Std.	15	23.9	241	1.59	16.1	5.83
	10—30 mm/Std.	10	55.7	182	5.57	18.2	18.36
	über 30 mm/Std.	3	22.5	28	7.50	9.3	48.21
	Summe	315	600.8	26593			

sammen; es bietet einiges Interesse dieselben mit den Werten zu vergleichen, die man aus Niederschlagsbeobachtungen zur Zeit der Termine (7^h 1^h 9^h) erhält. Colonne *r* gibt für die angegebenen Zeitabschnitte die Zahl der Niederschlagsnotirungen zur Zeit der Termin-

beobachtung, daraus folgt in bekannter Weise die Gesammtdauer des Regens.

$$s = r\ 8$$

ferner die mittlere Regendauer an einem Niederschlagstag durch Division mit der Zahl d der Regentage

$$t = \frac{s}{d}$$

sodann die mittlere Intensität i aus der Menge q

$$i = \frac{q}{s}$$

endlich die Niederschlagswahrscheinlichkeit durch Division von r durch die dreifache Zahl der Beobachtungstage.

Wie die entsprechend bezeichneten Colonnen der Registrirbeobachtungen nachweisen, ist für den einzelnen Monat die Uebereinstimmung zwischen den Ergebnissen der beiderlei Methoden keine sehr grosse; in der Summe der 8 Monate beträgt dagegen die Abweichung der Regendauer nur noch 14% und fällt, wie zu erwarten, grösser aus nach den auch ganz schwache Niederschläge berücksichtigenden Terminbeobachtungen, als nach der Registrirung.

Dauer und Intensität

Registrir-

	Zahl der Regen- tage d	stunden	fälle	Gesammt- Dauer. Minuten.	s	Menge. q	Mittel pro Regentag. Dauer. t	Menge.	Mittlere Intensität. i
1888.									
Juni 8.—30.	18	105	52	4060	67h 40m	126.6	3h 8	7.0	1.87
Juli 1.—31.	22	94	52	3349	55h 49	63.6	2. 5	2.9	1.14
Aug. 1.—31.	9	82	38	3336	55h 36	88.5	6. 2	9.8	1.59
Sept. 1.—30.	11	64	37	2219	36h 59	90.3	3. 4	8.2	2.44
Dec. 12.—31.	3	15	6	687	11h 27	9.5	3. 8	3.2	0.83
1889.									
Jan. 1.—10.	2	13	5	560	9h 20	6.2	4. 7	3.1	0.66
Sept. 3.—30.	9	64	26	2500	41h 40	42.3	4. 6	4.7	1.02
Oct. 1.—31.	24	161	61	7056	117h 36	132.5	4. 9	5.5	1.13
Nov. 1.—30.	11	53	27	2033	33h 53	32.4	3. 1	2.9	0.96
Dec. 11.—31.	4	17	10	820	13h 40	10.1	3. 4	2.5	0.74
Sommer . . .	49	281	142	10745	179h 5m	278.7	3. 7	5.7	1.56
Herbst	55	342	151	13808	230h 8m	297.5	4. 2	5.4	1.29
Winter . . .	9	45	21	2067	34h 27m	25.8	3. 8	2.9	0.75
Total . .	113	668	314	26620	443h 40m	602.0	3. 9	5.3	1.36

des Niederschlags nach

Beobachtungen.			Termin-Beobachtungen.				
Mittel pro Regenfall.							
Dauer.	Menge.	Nieder-schlags Wahrschein-lichkeit w	Häufigkeit der Nieder-schläge zur Zeit der Termin-beobachtung. r	Regendauer in Stunden. s	Mittlere Regendauer pro Regentag. t	Mittlere Intensität. i	Nieder-schlags Wahrschein-lichkeit. w
1^h 3	2.4	0.123	10	80	4.4	1.58	0.145
1. 1	1.2	0.075	11	88	4.0	0.72	0.118
1. 5	2.3	0.075	7	56	6.2	1.58	0.075
1. 0	2.4	0.051	3	24	2.2	3.76	0.033
1. 9	1.6	0.024	2	16	5.3	0.59	0.033
1. 9	1.2	0.039	2	16	8.0	0.39	0.067
1. 6	1.6	0.062	2	16	1.8	2.64	0.024
1. 9	2.2	0.158	17	136	5.7	0.97	0.183
1. 3	1.2	0.047	6	48	4.4	0.68	0.067
1. 4	1.0	0.028	3	24	6.0	0.42	0.050
1. 3	2.0	0.088	28	224	4.6	1.24	0.110
1. 5	2.0	0.081	28	224	4.1	1.33	0.080
1. 6	1.2	0.029	7	56	6.2	0.46	0.087
1. 4	1.9	0.073	63	504	4.4	1.19	0.083

Registrirbeobachtungen des Luftdrucks.

Die Aufzeichnungen eines Registrir-Aneroids aus der Werkstätte von Herrn Th. Usteri-Reinacher in Zürich wurden mittelst der dreimal täglichen Terminbeobachtungen reducirt und die Monatsmittel der einzelnen Stunden in der üblichen Weise wegen der Differenz im Stand um Mitternacht zu Anfang und zu Ende des Monats corrigirt[1], auf diese Weise wurde folgender täglicher Gang erhalten:

---

[1] Für die Berechnung dieser Correction siehe Angot, étude sur la marche diurne du baromètre. Ann. du bur. centr. mét. de France. Mémoires. Année 1887, p. B 238.

Täglicher Gang des Luftdrucks.

(Tausentel Millimeter.)

1889.	Mnt.	2 h	4 h	6 h	8 h	10 h	Mtg.	2 h	4 h	6 h	8 h	10 h	Mittel.	Amplitude.
Aug. 24.—31.	+ **196**	+ 79	— **50**	+ 21	+267	+ **425**	+283	—108	—412	— **517**	—259	+ 75	741.94	0.942
Sept. 1.—30.	+276	+194	— **40**	— 32	+219	+ **355**	+ 26	—338	— **617**	—438	+ 57	+ **338**	738.76	0.972
Oct. 1.—31.	— 3	—279	— **518**	—460	+ 31	+ **269**	+261	+ 28	— **4**	+187	+226	+ **262**	734.53	0.787
Nov. 1.—30.	+ **252**	+157	— 77	— **158**	+155	+ **387**	+133	—467	— **509**	—206	+101	+232	744.46	0.896
Dec. (28 Tage.	+ 76	— 30	—182	— **206**	+ 74	+ **424**	+ 67	— **338**	—136	— 7	+ **131**	+127	743.89	0.762
Mittel	+159	+ 24	— **173**	—167	+149	+ **372**	+154	—244	— **336**	—196	+ 51	+ **207**		0.708

Daraus ergeben sich für die Constanten der vier ersten Glieder der harmonischen Reihe

$\Sigma a_p \sin(px + A_p)$ $x = o$ für Mitternacht

folgende Werte

	a_1	a_2	a_3	a_4
August	267.6	279.6	12.8	9.5
September . . .	266.7	328.3	36.4	44.2
October	262.2	262.1	58.6	3.8
November . . .	186.1	311.5	129.2	13.6
December . . .	4.7	224.4	134.0	59.8
Mittel . . .	81.4	275.2	68.0	18.0
	A_1	A_2	A_3	A_4
August	348° 52′	121° 3′	90° 45′	206° 31′
September . . .	34 23	141 6	310 55	288 16
October	206 14	149 16	9 0	263 25
November . . .	39 45	145 8	340 29	157 19
December . . .	59 15	158 1	359 51	197 1
Mittel . . .	15 2	142 17	351 33	223 54

Auch aus diesen auf so kurze Zeiträume sich beziehenden Zahlen tritt die bekannte Constanz von Amplitude und Phase der halbtägigen Oscillation in bemerkenswerther Schärfe hervor.



Bericht über das Naturhistorische Museum vom Jahr 1889.

Von **L. Rütimeyer.**

Das Hauptgewicht der Jahresberichte des Naturhistorischen Museums lag seit einer Anzahl von Jahren in den Klagen über Raumbeengung. Als einzige Aushülfe konnte bisher der Anschluss eines kleinen, bisher zu mineralogischen Vorlesungen benützten Zimmers an den daran stossenden Saal für Reptilien und Fische in Aussicht gestellt werden. In Folge von Zuweisung grösserer, wenn auch nur provisorischer Räumlichkeiten an die Bibliothek wird dafür ein von letzterer zu Aufstellung von Doubletten benützter Raum im Hinterhof des Museums zu einem Hörsaal für Mineralogie eingerichtet werden können. — Auf diese Weise wird es möglich sein, die Fisch- und Reptilien-Sammlung, die ihr Lokal seit Langem bis zum Platzen füllte, mindestens vor der Hand vollständig unter Glasverschluss zu bringen. Für Aufstellung und Bedienung wird die Verminderung der Noth freilich eine sehr unmerkliche sein.

Ein Ausweg anderer Art: dass sich die Energie des betreffenden Vorstehers auf eine allerdings in unserem Museum unbeachtet gebliebene Abtheilung von Thieren kleinen Volum's geworfen hat, wird indes den nothwendig gewordenen Stillstand in den Thiergruppen grösseren Formates kaum verschmerzen lassen. Da überdies

dieser Ausweg auf anderweitigen Theilen des Museums-Inhalt nicht durchführbar ist, so bleibt dem diesjährigen Berichte keine Wahl, als das Kapitel der Wohnungs- und Arbeitsnoth mit Resignation zuzudecken.

In dem Zoologischen Theil des Museums hat die Abtheilung der **Säugethiere und Vögel** in Bezug auf Inhalt nur unbedeutende Veränderungen erfahren, indem nur eine Anzahl westafrikanischer Vögel neu aufgestellt wurde. Ein Geschenk an japanischen Vögeln von Herrn J. R. Merian in Yokohama wird erst im nächsten Jahr zur Aufstellung kommen. Nichtsdestoweniger hat sie nicht geringe Arbeit gekostet in Folge der dringend gewordenen Nothwendigkeit, die Gesammtheit der Kasten des grossen Saales nebst deren Inhalt einer gründlichen Reinigung, nebst Vorkehr gegen Schimmel und Insektenschaden zu unterwerfen. Da seit Jahren im Museum auf ständige Bedienung verzichtet wird, so blieb keine Wahl, als diese weitläufige, und in Folge der unglücklichen Construction der Kasten geradezu halsbrechende Operation selber vorzunehmen. Unter tüchtiger Mitwirkung des Personals der vergleichend - anatomischen Anstalt wurde denn auch diese Aufgabe so durchgeführt, dass zu hoffen ist, dass sie nicht so bald in gleichem Umfange werde wiederholt werden müssen. Gegen den einen Feind, Staub und Schimmel, wird zwar der Kriegszustand in Folge der durch und durch schlechten Qualität der Kasten ein permanenter bleiben und alljährliche Arbeit kosten. Von dem andern erwiesen sich, und zwar nachweislich fast ausschliesslich in Folge von Aufnahme nicht ganz unverdächtiger Geschenke, nur zwei Vogelkasten angegriffen, aber der eine schwer genug, dass manche werthvolle Stücke zerstört werden mussten. Auch von dieser Seite steht also die Nothwendigkeit einer unablässigen Vertheidigung in Aussicht, die um so bedenk-

licher ist, als bei diesem Anlass wiederum die verfehlte Bauart des ganzen Saales, dessen obere Hälfte die Ueberwachung der einzelnen Objecte fast lebensgefährlich macht, in grellster Weise an den Tag getreten ist, und fraglich erscheinen lässt, ob sich der Verzicht auf einen ständigen Aufseher durch Sparsamkeitsrücksichten auf die Dauer rechtfertigen lasse.

Erfreulicher lautet der Bericht des Herrn Dr. Fr. Müller über die von ihm besorgten und in Folge ihrer Aufbewahrungsart geschützteren Theile des Museums. Auch hier hat es zwar an ganz anderer als etwa wissenschaftlicher Arbeit keineswegs gefehlt, indem die Aufstellung zweier neuer Schränke im Saal der **Reptilien und Fische** eine vollständige Umräumung dieser gesammten Sammlung nöthig machte, was den Abschluss des Publicums von diesem Saal fast während eines halben Jahres zur Folge hatte. Nicht nur die Schäden der Ueberfüllung und der daherigen Schwierigkeit der Ueberwachung haben sich dabei sehr fühlbar gemacht, sondern überdies ist die Nothwendigkeit eines andern Glasverschlusses, der der Winterkälte zu trotzen vermöge, an den Tag getreten. Mit Dank erkennt Herr Dr. Müller an, dass seinem Arbeitszimmer durch freundliches Entgegenkommen des Baudepartements vermittelst Erneuerung zweier Fenster mehr Licht zugeführt wurde.

Der Zuwachs dieser Abtheilung beläuft sich auf 94 Stück Reptilien in 70 Arten, wovon 6 Schlangen, 22 Eidechsen, 7 Schildkröten, 1 Crocodil, 10 Amphibien neu waren, und auf 8 neue Arten von Fischen. Auf beiden Gebieten figurirt eine Anzahl von Geschenken, für deren Detail wir auf das Geschenkbuch verweisen. Wie bei dem Umfang der Sammlung und der Umsicht ihrer Pflege zu erwarten ist, sind die meisten Zuthaten Seltenheiten, so eine dem Aussterben nahe Eidechse, Meto-

poceros, und eine Schlange, Alsophis, aus Haiti, andere aus West-Afrika und Madagascar.

Unter den **Gliederthieren** sind den Crustaceen 18 neue Arten aus Algerien, Haiti und China, wovon 10 für die Sammlung neu, alle geschenkt, beigefügt worden, den Myriapoden eine ansehnliche Zahl einheimischer und exotischer Arten, alle geschenkt. Darunter befinden sich eine einheimische, die zum erstenmal hier constatirt worden ist, und zwei Tausendfüssler, die in Farbholz von Campèche-Bay lebend in Basel ankamen. Für die Aufstellung der Myriapoden und Scorpione ist von Herrn Dr. F. Müller ein besonderer Kasten geschenkt worden.

Eine neue, bereits angedeutete Unternehmung von Herrn Dr. Müller besteht in der Anlegung einer Sammlung der einheimischen Spinnen, wovon bis jetzt über 200 Arten gesammelt und etwa zur Hälfte bestimmt und aufgestellt worden sind. Das Ergebniss dieser mühsamen und grosse Ausdauer heischenden Untersuchung ist wie bei den andern von Herrn Dr. Müller besorgten Abtheilungen in einem sehr sorgfältig durchgeführten Catalog niedergelegt, der mit der Zeit für die Kenntniss der Verbreitung dieser nicht allgemein so bevorzugten Thiere nicht nur in der Umgebung von Basel, sondern in der ganzen Schweiz viel Neues verspricht. An der nicht leichten Zusammenbringung des Materiales haben sich der junge Neffe des Herrn Dr. Müller, ferner der Custos unserer Käfersammlung, Herr Knecht, und Herr Dr. Leuthardt in Arlesheim mit besonderem Erfolge betheiligt.

Die ebenfalls von Herrn Dr. Müller besorgten Abtheilungen der Corallen und der Fledermäuse haben keine besonders erwähnenswerthen Veränderungen erfahren.

Der von Herrn Hans Sulger besorgten **Schmetter-**

lingssammlung ist durch allerlei Geschenke, welche das Geschenkbuch verzeichnet, sowie durch Ankauf mancher Zuwachs zugefallen, und Herr Sulger hofft, einen seit einigen Jahren begonnenen Catalog über den Gesammtbestand bis zum nächsten Jahr zu Ende führen zu können.

Die **palæontologische** Abtheilung hatte sich wiederum der werthvollen Beihülfe der HH. Prof. Koby in Pruntrut und A. Gutzwiller in Basel zu Gunsten der Cartier'schen Petrefactensammlung zu erfreuen. Der Erstere nahm die Versteinerungen aus den obern Schichten des Jura in Angriff und zwar das sogenannte Kimmeridien, Astartien und das Terrain à Chailles. Die erstere Schichtenfolge scheint in der Gegend von Ober-Buchsiten nur schwach entwickelt zu sein. Ungewöhnlich reich ist dagegen das Astartien vertreten und bereits in den Jahren 1880 und 81 Gegenstand einer sorgfältigen und von zahlreichen Tafeln Abbildungen begleiteten Monographie von Herrn Percival de Loriol geworden, deren Originalien nunmehr grösstentheils unserm Museum angehören. Sehr reich ist auch das Terrain à Chailles vertreten; besonders reich durch Corallen, die ebenfalls schon eine eingehende Beschreibung und Darstellung in der Monographie des polypiers jurassiques de la Suisse von Herrn Prof. Koby 1880—89 gefunden haben. Für die Vergleichung der Schichtenfolge des Aargauer Jura mit derjenigen des Berner Jura erwiesen sich diese beiden Abtheilungen der Cartier'schen Sammlung von grösstem Werth, da sich in der Gegend von Ober-Buchsiten der Verknüpfungspunkt beider Faunen, sowohl während der Periode des Terrain à Chailles, als der darauf folgenden des Corallien und Astartien befindet.

Der schon im verflossenen Jahre von Herrn A. Gutzwiller bearbeitete Theil der Cartier'schen Samm-

lung, die fossilen Pflanzen der Molasse aus der Umgebung von Ober-Buchsiten betreffend, hat demselben Veranlassung gegeben, seine Untersuchungen zu vervollständigen und sie über die Tertiärschichten am Nordfuss des Jura auszudehnen. Da unser Museum bisher mit tertiären Pflanzen nicht besonders reich versehen war, so wurde zur Vergleichung eine von dem Freiherrn von Ettingshausen, dem Mitarbeiter Oswald Heer's, angebotene Sammlung tertiärer Pflanzen aus den berühmten Fundorten Parschlug, Leoben etc. in Steiermark, Bilin in Böhmen, Radoboy in Croatien, Sagor in Krain, Häring in Tirol in etwa 300 Stücken und 105 Species, begleitet von einer reichen Sammlung von Blattabdrücken lebender Pflanzen käuflich erworben. Ausserdem hat Herr Gutzwiller eine von ihm angelegte Sammlung von 150 Stück fossiler Pflanzen aus der Umgebung von Basel dem Museum zum Geschenk gemacht und nach Controllirung durch die Ettinghausen'sche Sammlung daselbst aufgestellt. Für die Molasse am Süd- und Nordfuss des Jura, sowie innerhalb desselben verfügen wir demnach nunmehr über eine wohlgeordnete und von einem schönen Vorrath von Belegstücken aus der klassischen Zeit des Studiums der tertiären Flora begleitete Sammlung.

Eine anderweitige, aber ebenfalls zum Studium schweizerischer Palæontologie in naher Beziehung stehende Erwerbung bestand in dem Ankauf einer von Herrn Prof. C. Mayer-Eymar in Zürich angelegten und von diesem bewährten Kenner tertiärer Conchylien bestimmten Sammlung von Petrefacten, in circa 160 Species, aus Unter-Egypten.

An Geschenken sind der palæontologischen Abtheilung des Museums ausser der ebengenannten Gabe von Herrn Gutzwiller eine Auswahl von Ueberresten fossiler Wirbelthiere aus dem Jura und aus dem Diluvium der

Umgebung von Basel zugekommen, welche das Geschenkbuch namhaft macht. Ein fast vollständiger Fuss des wollhaarigen Nashorns aus dem benachbarten Wyhlen, woher uns schon seit längerer Zeit Ueberreste von Mammuth zukommen, lässt schliessen, dass daselbst ganze Leichen von Mammuth und Nashorn angeschwemmt worden sind.

Auch die Säugethierfauna aus dem Bohnerz von Egerkingen und Ober-Buchsiten ist Gegenstand fernerer Studien von Seiten des Unterzeichneten gewesen und hat wiederum eine Anzahl von unerwarteten Thierformen geliefert, welche es im höchsten Grad bedauern lässt, dass diese Fundgrube nicht mehr unter fortwährender Aufsicht steht. Ein Abschluss dieser mit vielen Schwierigkeiten verbundenen Untersuchungen konnte indess noch nicht erreicht werden. Die immer wachsende Bedeutung dieser Fauna mag vor der Hand nur durch die Mittheilung in's Licht gestellt werden, dass von Neuem ein Ueberrest gefunden wurde, der für eine fernere, bisher nur in dem untersten Tertiär von Neu-Mexico bekannt gewordene und daher als der Neuen Welt ausschliesslich angehörig gehaltene Ordnung der Säugethiere, der sog. Taeniodontia, die Anwesenheit in Europa nachweist.

Mit Hülfe von neu erschienenen Specialarbeiten konnte ferner die sog. kleine Fauna aus unsern Vorräthen an fossilen Säugethieren von Caylux in Südfrankreich bestimmt werden, wobei sich diese Vorräthe um eine gute Zahl von bisher unbemerkt gebliebenen Formen reicher erwiesen.

Endlich hat Herr Dr. V. Gilliéron mit einer Revision der Landconchylien unserer Petrefactensammlung die Bestimmung der in der Cartier'schen Sammlung enthaltenen Landconchylien verbunden. Durch Mitwirkung

verschiedener Fachleute steht dergestalt zu hoffen, dass in nicht ferner Frist die umfangreiche Ausbeute von Herrn Pfarrer Cartier wissenschaftlich gesichtet sein werde. Obwohl sie dabei an Ausdehnung erheblich verloren hat, so liegt doch so viel am Tag, dass sie in noch grösserem Maasse an innerem Werth zugenommen hat und in manchen Theilen zu dem bemerkenswerthesten Inhalt unserer Petrefactensammlung gehören wird.

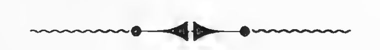
Die **mineralogische Abtheilung** hat laut Bericht von Herrn Prof. Albr. Müller theils durch Ankauf, theils durch Geschenke allerlei Zuwachs erhalten. Unter den Erwerbungen wird ein grosser farbloser Topas aus dem Ural besonders namhaft gemacht. Unter den Geschenken verdanken wir vor allem den uns durch Frau Merian-Bischoff übergebenen wissenschaftlichen Nachlass des Herrn Dr. Alfons Merian. Derselbe besteht aus mineralogischen Instrumenten, aus einer kleinen mineralogischen Bibliothek und vor allem aus einigen vortrefflichen, drei Kasten mit 74 Schiebladen füllenden Sammlungen theils mineralogischer, theils geologischer Art, die ausdrücklich zum Gebrauch bei den Vorlesungen dienen sollen.

Die von Herrn Dr. F. Müller geführte Jahresrechnung weist ein Guthaben für 1889 von Fr. 6270. 98 auf. Darin sind eingeschlossen ein Saldo vom vorhergehenden Jahr von Fr. 1924. 28 und ein Geschenk eines Freundes zur Anschaffung von Reptilien aus Haiti von Fr. 100. —, aber auch ein Rückgang des Zinsertrages des naturhistorischen Fonds von Fr. 100. —

Die Ausgabensumme beträgt Fr. 4465. 92 und hinterlässt somit für 1890 einen Aktivsaldo von Fr. 1805. 06. Einer der grössten Ausgabeposten betrifft einen Beitrag von Fr. 500. — für Anschaffung des nunmehr im Museum aufgestellten Simon'schen Jungfrau-Reliefs. Anderwei-

tige unvorhergesehene Posten beziehen sich auf die Reinigungsarbeiten im zoologischen Saal, deren öftere Wiederholung allerdings aus vielen Gründen nicht zu wünschen ist.

Indem wir unsere Anstalt dem fortwährenden Wohlwollen von Behörden und Publikum bestens empfehlen, unterzeichnen wir hochachtungsvoll im Namen der Naturhistorischen Commission.



Beitrag zur Kenntniss der Tertiärbildungen der Umgebung von Basel.

Von

A. Gutzwiller.

Die Tertiärbildungen von Basel sind wiederholt Gegenstand geologischer Erörterungen gewesen. Besonders war es Rathsherr Peter Merian der ihnen seine Aufmerksamkeit geschenkt hatte. Schon im Jahre 1824 veröffentlichte derselbe eine kleine Schrift, betitelt: „Einige Thatsachen über eine eigenthümliche Gebirgsbildung worauf die Stadt Basel steht“; in welcher die geologische allgemeine Stellung unserer sogenannten blauen Letten und der darüberliegenden Sand- und Mergelbildung bei Binningen und Bottmingen festgestellt, d. h. als tertiär erkannt wurde. In seinem 2ten Band der „Beiträge zur Geognosie“ im Jahre 1831 erfuhren unsere Tertiärablagerungen eine weitergehende Besprechung und zugleich auch eine Gliederung, gestützt einerseits auf die Lagerung der verschiedenen in unserer Umgebung zu Tage tretenden Schichten, anderseits auf die Fossilien, die in denselben gefunden wurden.

Zahlreiche kleinere Abhandlungen, sämmtlich in den Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel vom Jahre 1835 bis 1870 niedergelegt, ergänzten

und erweiterten die erwähnten erstgemachten Beobachtungen.

Nächst Peter Merian ist es Prof. Dr. Albrecht Müller, der den Boden seiner Vaterstadt auch eingehender untersuchte und die gewonnenen Resultate besonders in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz 1ter Band, und in der Festschrift der naturforschenden Gesellschaft in Basel zur Feier des fünfzigjährigen Bestehens 1867, niedergeschrieben hat.

Ferner finden wir bei Prof. Fridolin von Sandberger in seinen „Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens 1863“, sowie in den „Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt 1870—1875“, Bemerkungen paläontologischer, wie stratigraphisch-geognostischer Art über unsere Tertiärbildungen eingestreut, ebenso in den Arbeiten von Dr. J. B. Greppin, speziell in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz, 8te Lieferung.

Delbos und Köchlin-Schlumberger ziehen bei ihrer geologischen und mineralogischen Beschreibung des Departement du Haut-Rhin unseren Baslerboden nicht gerade direkt in den Kreis ihrer Erörterungen, doch steht derselbe geologisch mit dem Ober-Elsass in direktem Zusammenhang. Dieses Ober-Elsass hat nun in neuerer Zeit eingehendere Untersuchungen erfahren, durch welche besonders die Stellungen einzelner tertiärer Horizonte genauer präzisirt wurde. Es geschah dies speziell durch die Arbeiten von Prof. Dr. A. Andreae in Heidelberg und Dr. B. Förster in Mülhausen.

Diese neueren Arbeiten sind es, die mich bewogen, meine seit einigen Jahren über unser Tertiärgebiet gesammelten Beobachtungen in den folgenden Zeilen niederzuschreiben. So unvollkommen dieselben noch sind, werden sie doch das bis jetzt Bekannte etwas vervollständigen und z. Th. wohl auch richtiger stellen. Spätere

Resultate mögen nachfolgen und allfällige Irrthümer berichtigen.

Es sei mir gestattet den Herren Prof. Fridolin von Sandberger, Prof. C. von Ettingshausen, Prof. K. Mayer-Eymar und Prof. L. Rütimeyer für ihre mir freundlich gewährte Mithülfe meinen aufrichtigen Dank abzustatten.

Wichtigste Literatur.

Merian, Peter. Beiträge zur Geognosie. I. Bd. 1821.

— Einige Thatsachen über eine eigenthümliche Gebirgsbildung worauf die Stadt Basel steht. Meissner's Annalen der schweiz. Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. I. Bd. p. 139. 1824.

— Beiträge zur Geognosie. II. Bd. 1831.

— Ueber die Verbreitung einer tertiären marinischen Formation im Kanton Basel. Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. 1835 — 1836. II. pag. 45.

— Ueber das Vorkommen von Süsswasserkalk bei St. Jakob. Bericht über die Verhandlungen etc. 1836 — 1838. III. pag. 39.

— Bericht über die Verhandlungen etc. 1844 — 1845. VII. pag. 62. (Steinbruch bei Aesch.)

— Ueber die Foraminiferen der Gegend von Basel. Bericht etc. IX. pag 48. (1849.)

— Bohrproben aus dem Rheinbett bei Basel. Bericht etc. X. pag. 158. (1851.)

— Verhandlungen der naturf. Gesellschaft in Basel. 1. Theil, 1. Heft, pag. 94. 1854. (Süsswassermergel im St. Albanthal.)

— Darstellung der geolog. Verhältnisse des Rheinthales bei Basel. Eröffnungsrede bei der 41. Jahresversammlung der allgem. schweiz. Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Verhandlungen der schweiz. naturf. Gesellschaft. 1856.

Merian, Peter. Fischabdrücke von Pfirt. Verhandlungen der naturf. Gesellschaft in Basel. 1860. 2. Theil, 3. Heft, pag. 345.

— Geologische und paläontologische Notizen. Verhandlungen der naturf. Gesellschaft in Basel. 4. Theil, pag. 553.

— Ueber einige Tertiär-Versteinerungen von Therwil bei Basel. Verhandlungen etc. 5. Theil, pag. 252. (1868.)

— Verbreitung tongrischer Mergel bei Basel. Verhandlungen etc. 5. Theil, pag. 390.

Müller, Albrecht. Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. 1. Lieferung.

— Ueber die Grundwasser- und die Bodenverhältnisse der Stadt Basel. Festschrift der naturf. Gesellschaft in Basel zur Feier des fünfzigjährigen Bestehens. 1867.

Greppin, J. B. Notes géologiques sur les terrains modernes.

— Matériaux pour la carte géologique de la Suisse. 8e liv.

Andreae, A. Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs. I. Theil: Die ältern Tertiärschichten des Elsass. 1883. II. Theil: Die Oligocänschichten im Elsass. 1884.

— Ueber das Elsässer Tertiär und seine Petroleumlager. Bericht der Senkenbergischen naturf. Gesellschaft. 1886—1887.

— Ueber Meeressand und Septarienthon. Mittheilungen der Kommission für die geolog. Landesuntersuchung von Elsass-Lothringen. I. Bd. 1888.

Förster, B. Die oligocänen Ablagerungen bei Mülhausen. Mittheilungen der Kommission für die geolog. Landesuntersuchung von Elsass-Lothringen. I. Bd. 1888.

— Die Gliederung des Sundgauer Tertiärs. Mittheilungen der Kommission etc. I. Bd. 1888.

1. Eocäne Ablagerungen.

Die Tertiärbildungen der Umgebung von Basel[1]) gehören wesentlich dem Oligocän und Untermiocän an. Ablagerungen höheren, eocänen Alters zeigen sich nur an vereinzelten Punkten mit ungenügenden Aufschlüssen. Es sind dies ein Süsswasserkalk bei Hochwald und geringmächtige Bohnerz- und Huppererdeablagerungen.

Die Huppererde findet sich an drei Stellen auf dem Bergrücken zwischen Hofstetten und Witterswil, wo sie für die Thonwaarenfabrikation z. Th. schon ausgebeutet wurde. Ihr Erscheinen ist insofern ein eigenthümliches, als sie streng lokalisirt, nesterartig auf dem sogenannten Korallenkalk auftritt und aus ganz andern Bestandtheilen als dieser zusammengesetzt ist, nämlich aus Thonerde und Quarzkörnern. Letztere glashell bis milchigweiss, die grössern gerundet, die kleinern kantig, bilden stellenweise die Hauptmasse der ganzen Ablagerung; oft aber treten sie so sehr zurück, dass die Huppererde nicht als eine sandige, sondern grauweisse, plastische, thonige Masse erscheint.

Die Bohnerze erscheinen meist vereinzelt in Form gerundeter Körner in röthlichbraunen, oft weiss gefleckten Thonerdemassen eingelagert, die selten den Jurakalk bedecken, häufiger die Spalten erfüllen.

Der Süsswasserkalk von Hochwald. Folgt man der Strasse von Dornach an der Birs nach Hochwald (im Volksmunde Hobel genannt) und wendet sich vor dem Dorfe, sobald man die Höhe des Plateaurandes

---

[1]) Da mir über die auf der rechten Rheinseite im Grossherzogthum Baden gelegenen Ablagerungen tertiären Alters bis jetzt nicht genügende Beobachtungen zur Verfügung stehen, so werden dieselben hier nicht speziell berücksichtigt.

überschritten hat, links, d. h. nordöstlich nach dem Waldrand von Schönaich, (siehe Siegfriedkarte, Blatt Gempen) so findet man im Gebüsche vereinzelte Stücke von Süsswasserkalk mit der grossen *Planorbis pseudammonius* Schloth. Der Süsswasserkalk zeigt sich selbst nicht anstehend; die einzelnen Kalkbrocken stammen aus den dem Wald anstossenden Aeckern und sind von den Bauern zusammengetragen worden. Unzweifelhaft liegt die ganze Bildung, die in horizontaler, wie in vertikaler Richtung gewiss eine sehr beschränkte Ausdehnung hat, unmittelbar auf den dort zu Tage tretenden Schichten des weissen Jura, welche Prof. Dr. Müller auf den geologischen Karten als Korallenkalk bezeichnet hat. Aeusserlich sind die mit einer leichten Verwitterungsrinde bedeckten Stücke von Süsswasserkalk nicht leicht und sofort von den mit ihnen zusammenliegenden Trümmern von Korallenkalk zu unterscheiden, sofern nicht eine Planorbis das Gestein verräth. Die Farbe derselben ist hellgrau, z. Th. schwach ockergelb, einzelne Stücke zeigen auch röthliche Flecken, welche mit gelblichgrauen wechseln; da und dort zeigt das Gestein auf der frischen Bruchfläche breccienartiges Aussehen. Der Bruch ist bei den hellgrauen Stücken flachmuschelig bis eben, bei den gelben und gefleckten meist uneben bis erdig. Zahlreiche kleine Hohlräume, Drusen, meist aber mit glasig glänzenden Kalkspathkrystallen ausgefüllt, oft in Form von Adern, durchsetzen das Gestein; hin und wieder ist die Strucktur oolithisch. In Salzsäure löst sich der Kalk vollständig unter Ausscheidung einer Kieselgallerte.

Planorbis pseudammonius Schloth. (siehe Schlotheim, Petrefaktenkunde I, pag. 101; Sandberger, Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt, pag. 226 Tafel XIII; A. Andreae, Beitrag zur Kenntniss des Elsässertertiärs,

die ältern Tertiärschichten, Taf. II fig. 9—13.) findet sich in Exemplaren bis 40 mm. Durchmesser. Sie ist nach Sandberger das Leitfossil der Süsswasserbildungen vom Alter des Pariser Grobkalkes, also ein Leitfossil für mitteleocäne Ablagerungen. Müller erwähnt sie in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz, 2te Auflage, einfach unter den tertiären Süsswasserkalken, ohne sie in einen bestimmten Horizont zu bringen. Greppin führt sie in seiner Etage delémontien (untere Süsswassermolasse) auf, bemerkt aber, dass sie eocän sein könnte. Nach Andreae, l. c. pag. 18, kommt auch *Planorbis pseudammonius* var. *Leymeriei* Desh. bei Hochwald vor. Mir ist diese Form nicht zu Gesicht gekommen, doch hat sie Dr. J. B. Greppin seiner Zeit bei Hochwald mit hunderten von Exemplaren von Planorbis pseudammonius gesammelt. Ferner kommt bei Hochwald auch *Helix (Nanina) occlusa* Edw. vor; sie findet sich in der Sammlung von Herrn E. Greppin.

Planorbis pseudammonius Schloth. aus der Gegend von Hochwald wird schon von Peter Merian in seinem ersten Band der Beiträge zur Geognosie 1821 erwähnt. Dort steht auf pag. 119 zu lesen: „Man sieht auch in den meisten Basler Versteinerungssammlungen mit Kalkspath angefüllte Planorben in einem dem gewöhnlichen Süsswasserkalke ganz ähnlichen Gestein liegend, angeblich aus der Gegend von Hobel oder Angenstein; ich konnte indessen bis jetzt den wahren Fundort nicht entdecken.“ In den Sammlungen des Basler Museums liegen einige Exemplare von Planorbis pseudammonius mit dem Fundorte *Aesch.* Wohl gestützt auf diese Angabe erwähnen Müller, Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 1te Lieferung, 2te Auflage, pag. 90, und Sandberger, Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt, pag. 221, die Planorbis pseudammonius als bei Aesch

vorkommend. Dort finden sich aber nur marine Kalksandsteine und Sande des Tongrien oder Mitteloligocän und nicht Süsswasserkalk.

Ferner findet sich in der Museums-Sammlung ein schönes Exemplar von Planorbis pseudammonius von *Wildenstein* und mehrere Stücke von *„gegen Reigoldswil.“* Beide Localitäten liegen im obern Theil unseres Kantons; ob wirklich dort der eocäne Süsswasserkalk ansteht, soll eine genauere Erforschung zeigen, bis jetzt ist von einem solchen aus jenen Gegenden nie gemeldet worden. Möglich wäre es, dass die betreffenden Stücke auf secundärer Lagerstätte gefunden worden sind, z. B. als Juranagelfluhgerölle. Dass dies wohl sehr wahrscheinlich ist, beweist die Thatsache, dass ein Geröll von Süsswasserkalk voll von Planorbis pseudammonius unter andern von Bohrmuscheln des tongrischen Meeres angebohrten Geröllen jurassischen Kalkes, bei Arlesheim am Rande der Oligocänbildungen sich fand. Die oben als von Aesch oder Angenstein stammend erwähnten Exemplare könnten auch auf ähnlicher secundärer Lagerstätte gefunden worden sein.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass unser Süsswasserkalk von Hochwald gleichalterig und petrographisch theilweise übereinstimmend ist mit demjenigen von Buchsweiler im Unterelsass. (Siehe A. Andreae, Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs. Die ältern Tertiärschichten. Inauguraldissertation 1883.)

---

2. Oligocänbildungen.

Die in der nächsten Umgebung von Basel abgelagerten Tertiärschichten sind, wie oben schon erwähnt, vorzugsweise oligocänen Alters. Vergleichen wir dieselben mit denjenigen im benachbarten Elsass und im Mainzerbecken, so ergibt sich, dass unsere Oligocänschichten dem Meeressand, dem Septarienthon und den Cyrenenmergeln angehören,[1]) also mittel- und oberoligocänen Alters sind, während Schichten des Unteroligocän, entsprechend dem Melanienkalk von Mülhausen und dem Gyps von Zimmersheim, vollständig fehlen oder doch nirgends zu Tage treten.

a) Die Schichten des Meeressandes.

(Mittleres Oligocän. Tongrien. d'Orb.)

Die dem Meeressande angehörenden Ablagerungen bestehen theils aus Schichten eines mehr oder weniger festen Kalksandsteines, theils aus Sanden und Mergeln, theils aus Geröllen, die selten zu einem festern Conglomerat verbunden sind. Peter Merian erwähnt sie von Stetten, Dornach und Aesch. Nach Sandberger und Andern kommen sie auch bei Schloss Rötteln hinter Lörrach vor.

Ueberall liegen die Schichten des Meeressandes unmittelbar auf dem Jura, bei Stetten nach Merian discordant auf dem Hauptrogenstein, bei Dornach und Aesch concordant auf dem Korallenkalk. An keinem der ge-

---

[1]) Sandberger: Die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, 1863 pag. 412.

A. Andreae: Ueber das elsässische Tertiär und seine Petroleumlager. (Bericht der Senkenbergischen naturf. Gesellschaft 1886/87.)

nannten Orte sind die Schichten heute deutlich blosgelegt. Bei Stetten erscheinen sie östlich und oberhalb dem Dorfe in den Reben, wo in Folge Bearbeitung des Bodens grössere und kleinere Stücke von Kalksandstein zu Tage gefördert und in Haufen zusammengetragen werden.

Bei Dornach und Aesch bestanden ehemals Steinbrüche auf dem Kalksandstein, heute sind sie vollständig überwachsen. Bei Aesch tritt in dem alten Steinbruch, der südlich dem Dorfe am Waldesrande 200 M. oberhalb der nach Grellingen führenden Strasse gelegen ist, das Gestein theilweise zu Tage, das gleich wie der unterliegende Jurakalk ein mässig starkes (ca. 20°) Nordwestfallen erkennen lässt.

Bei Dornach ist neuerdings an der Strasse nach Hochwald, oberhalb den Reben bei Punkt 384 (Blatt Gempen der Siegfriedkarte) der Kalksandstein angebrochen worden, und ebenso südwestlich dieser Stelle auf der Höhencurve 360, am Nordabhang des Hügels mit dem Rebberg genannt „im Graben“. Der Ausbruch des Gesteins ist gegenwärtig noch nicht so weit fortgeschritten, als dass ein deutliches Fallen und Streichen der Schichten zu erkennen wäre, doch scheinen letztere concordant mit dem zunächst anstehenden Korallenkalk nach Westen, gegen die Birs hin, einzufallen. Fossilien sind bis jetzt keine zu Tage gefördert worden, doch lässt das Gestein, ein hellgelber, z. Th. grobkörniger Kalksandstein, keinen Zweifel darüber aufkommen, dass derselbe nicht dem Meeressand angehören sollte.

Eine spezielle Angabe von Fossilien aus den ehemaligen Steinbrüchen von Dornach habe ich nirgends gefunden. Peter Merian erwähnt in seinem 2ten Band der Beiträge zur Geognosie 1832 pag. 241 einfach, „dass sich bei Dornach eine ähnliche Bildung finde wie bei

Lörrach. Die Kalksandsteinbreccie, auf welcher die Steinbrüche angelegt sind, enthalten dieselben Haifischzähne und z. Th. dieselben Conchylien wie bei Stetten.“

Eine bis jetzt unbekannt gebliebene Stelle von Ablagerungen des Meeressandes liegt zwischen Ettingen und Hofstetten auf der sogenannten Stapflen am Südostabhang des Witterswilerberges (Blatt Blauen). Oberhalb des sogenannten Büttenloches zweigt sich von der Landstrasse Ettingen-Hofstetten ein Fahrweg ab, der nach den von der Ettingergemeinde im Jahre 1883 neu angelegten, daher auf der Karte noch nicht eingetragenen Stapflerreben führt. Dieser Weg schneidet, schräg zur Streichrichtung der Schichten, den Bergabhang auf der einen Seite ca. $^1/_2$—1 M. hoch an und entblösst so die tertiäre Ablagerung auf ungefähr 200 M. Länge. Die Schichten bestehen einestheils aus ziemlich harten gelben bis gelblich grauen Kalksandsteinen von mittelgrossem Korn, die in Säure heftig aufbrausen und zahlreiche, z. Th. ganz glashelle, durchsichtige bis 1 mm. grosse Quarzkörner, sowie eine Kieselgallerte hinterlassen, ganz gleich wie der Kalksandstein von Aesch, Dornach und Stetten. Diese harten Kalksandsteine finden sich besonders im untern, der Strasse zunächst gelegenen Theil des Weges, ihre Schichtköpfe ragen auch da und dort etwas höher oben aus der Vegetationsdecke des Waldes hervor; die grauen, durch die hervortretenden Quarzkörner rauh gewordenen Verwitterungsflächen lassen nur bei näherem Zusehen das Gestein von dem Jurakalk unterscheiden. Sandigthonige Mergel, schiefrige Steinmergel, hellgelber, quarzreicher Kalksand, mit festern Kalksandsteinen wechselnd, bilden den mittlern und obern Theil der Ablagerung, welche concordant mit den Schichten des Korallenkalkes unter einem Winkel von ca. 35° nach Südwest einfällt. Im obern Theil des Weges,

etwas über halber Höhe des Bergabhanges, sieht man das von ferne schon durch seine hellgelbe Farbe auffallende Tertiärgebilde auf dem Korallenkalke aufliegen. Doch nicht der Kalksandstein oder die sandigen Mergel bilden die unterste und älteste Schicht, sondern eine Conglomeratbank von ca. 3 m. Mächtigkeit. Obwohl dieselbe nur unvollkommen entblösst, ist ihre Lage an der Basis des tongrischen Kalksandsteines eine unzweifelhafte. Die Gerölle wohl gerundet, stammen von dem unterliegenden Korallenkalk, mit welchem dieselben so innig verbunden sind, dass eine deutliche Grenze, wenigstens an jener Stelle nicht sichtbar ist. Die Mächtigkeit der gesammten Ablagerung lässt sich des ungenügenden Aufschlusses wegen auch nicht annähernd genau angeben, sie mag vielleicht 50 m. oder noch mehr betragen.

Von Fossilien fand ich bis jetzt nur:

Ostrea callifera Lam.
Pecten compositus Goldf.
— pectoralis Münst.

Die beiden Pecten, von F. v. Sandberger bestimmt, sind für unsere Gegend neu. Sie fanden sich nur in wenigen nicht gerade schön erhaltenen Exemplaren Häufiger und zwar durch die ganze Ablagerung findet sich *Ostrea callifera* in so grossen und schweren Exemplaren, dass die Unterschale oft 2 Kilo und mehr Gewicht erreicht.

Diese Auster hat sich auch bei Aesch, Stetten und Rötteln gefunden, bei Dornach aber wie es scheint, bis jetzt noch nicht. Bei A. Andreae, Beiträge zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs, II. Theil, pag. 83—85, findet sich das Verzeichniss aller bis jetzt bekannten Fossilien des Meeressandes von Rötteln, Stetten und Aesch, doch fehlt für Aesch die Angabe von *Ostrea callifera*, sowie

von *Lamna cuspidata* Ag., deren Zähne sich im Basler Museum befinden.

Gegen Westen von der obgenannten Aufschlussstelle am Weg nach den Stapflenreben, senkt sich das Terrain rasch zu einer mit Aeckern bedeckten muldenartigen Vertiefung, die gegen *Hinterbuch* und *Hommelrüti* wieder ansteigt. Im Süden, gegen die Strasse, ist diese Mulde durch einen kleinen Hügel begrenzt, der durch horizontal liegende Korallenkalkschichten gebildet wird. Er trägt auf der Karte die Zahl 468 und ist durch einen Steinbruch aufgeschlossen. Die Tertiärschichten erscheinen nun in ihrer Fortsetzung gegen diese Terrainmulde wie abgeschnitten, doch die Beschaffenheit des Ackerbodens lässt vermuthen, dass dieselben bis gegen Hommelrüti hinauf in der Tiefe noch anstehen. Einzig die an der Basis der tongrischen Sandsteine liegende *Conglomeratschicht* erscheint in ihrer westlichen Fortsetzung am Südabhang des Witterswilerberges in den *Stapflen-* und *Hinterbuchreben.* Die Gerölle sind hier in Folge Bearbeitung des Bodens zu Haufen zusammengetragen worden; die grössten erreichen einen Durchmesser von einem Meter. Sie sind im Allgemeinen wohl gerundet, selbst auch die grossen, blockartigen; die kleineren nuss- bis faustgrossen erscheinen oft fast kugelrund, meist sind sie ellipsoidisch; flache Geschiebe, wie sie in Flussanschwemmungen häufig sind, fehlen. Alle entstammen dem weissen Jura, solche, die dem braunen Jura, dem den Rücken des Blauen bildenden Rogenstein angehören könnten, habe ich bis jetzt nicht gefunden. Zwischen den Jurakalkgeröllen finden sich da und dort nur faustgrosse, graue, hin und wieder weiss gebänderte Jaspis, wie solche ja im anstehenden weissen Jura vorkommen. Die meisten Gerölle zeigen, wenn auch nicht tiefe, so doch deutliche Eindrücke und Rutschstreifen. Letztere sind offenbar die

Folge einer gegenseitigen Reibung der Gerölle während einer spätern Dislocation.

Wie oben schon erwähnt liegt das ganze Tertiärgebilde, so gut es der nicht gerade sehr deutliche Aufschluss zu sehen erlaubt, concordant auf dem unterliegenden Korallenkalk. Dieser bildet am Witterswilerberg ein Gewölbe, dessen Schichten ungefähr von N.-W. nach S.-O. streichen und mit 30°—35° einfallen. Am Hügel 468 liegt der Korallenkalk wieder horizontal und die geneigten Tertiärschichten scheinen an demselben abzustossen, was wohl die Folge einer kleinen Verwerfung sein mag.

Wie wohl ich bis jetzt in dem soeben erwähnten Conglomerat keine Fossilien gefunden, so glaube ich doch dasselbe als eine Strandbildung dem Meeressand, resp. der tongrischen Stufe zutheilen zu dürfen. Aehnliche Küstenconglomerate finden sich im ganzen Elsass längs den Vogesen bis in die Pfalz, sowie im Badischen längs des Schwarzwaldes. (A. Andreae: Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs, II. Theil, pag. 199 ff. Ueber das elsässische Tertiär und seine Petroleumlager. Bericht der Senkenbergischen naturf. Gesellschaft 1886/87.) Allerdings fand ich an einer Stelle eine Anzahl schöner, glänzender Bohnerze, so dass man geneigt sein könnte dieses Conglomerat der Bohnerzbildung, d. h. dem Eocän zuzutheilen, und Greppin (Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 8te Lieferung pag. 155) erwähnt ähnliche im Berner Jura. Doch gestützt auf ein paar Bohnerze ist es wohl nicht erlaubt auf das Alter einer Ablagerung zu schliessen, da Bohnerze sich zu jeder Zeit bilden konnten.

Von Bohrmuscheln angebohrte Gerölle habe ich nicht finden können; Löcher zeigen die Gerölle häufig,

doch ist ihr Vorhandensein andern Ursachen: Verwitterung, Pflanzenwurzeln etc. zuzuschreiben.

Gerölle mit Bohrlöchern finden sich zahlreich auf dem Korallenkalk aufliegend bei Arlesheim. In der Nähe des Schlosses Birseck, unmittelbar ob den Reben und am Wege der am Schloss vorbei nach Rengersmatt führt, sowie südlich dieser Stelle in der Nähe der Hollenreben am Waldesrand, liegen die Gerölle gemengt mit Trümmern des Korallenkalkes, welchem die angebohrten Gerölle ebenfalls angehören. In keinem der Bohrlöcher fanden sich die Schalen der Bohrmuscheln, sie enthalten hin und wieder das kalkig sandige Material des tongrischen Kalksandsteines, wie er z. B. bei Dornach ansteht und die Gerölle scheinen somit auch hier an der Basis der Tertiärbildung zu liegen. Aus der Form der Bohrlöcher zu schliessen, will Herr Prof. Dr. Karl Mayer folgende Arten erkannt haben:

Lithodomus cf. delicatilus. Desh.
Pholas cf. subtripartita. Desh.
Jouannetia semicaudata. Des Moul.
(Kurze runde Löcher mit engem Ausgang.)

Dass die Gerölle als solche angebohrt wurden, beweist der Umstand, dass die vollständig gerundeten Gesteinsstücke auch vollständige Bohrlöcher enthalten und ringsum angebohrt sind. Wohl sieht man häufig an einem Geröll nur das untere Ende von Bohrlöchern; dies rührt aber von der Abreibung während des Rollens her, doch zwischen diesen z. Th. verschwundenen Löchern finden sich wieder vollständig erhaltene, die einer spätern Einbohrung zuzuschreiben sind.

Am Nordfuss des Witterswilerberges, unmittelbar ob dem Dorfe Witterswil, stehen tertiäre Sandsteine in erheblicher Mächtigkeit an. Der Contact mit dem Jura

ist hier nicht sichtbar, auch habe ich bis jetzt noch keine Fossilien gefunden, doch darf die Bildung gewiss auch der tongrischen Stufe eingereiht werden. Die Sandsteine fallen concordant mit dem Jura 30° gegen N.-O. ein; sie bilden eine nach Osten und Westen bald sich verlierende terrassenartige Vorstufe des Berges, in welche unmittelbar hinter dem Dorfe ein Hohlweg, genannt „Steinhollen" eingeschnitten ist. Auf der Terrasse, von Wald umgeben, liegt ein kleiner Steinbruch (Höhencurve 380), aus welchem das tertiäre Gestein zur Beschotterung der Strassen gewonnen wird. Dasselbe ist hier nicht von gelber, sondern von grauer Farbe, z. Th. sehr feinkörnig, hart, und in diesem Fall einem Jurakalk sehr ähnlich; z. Th. aber auch sandig, grobkörnig, in ächtes Conglomerat übergehend. Die Gerölle, hier durchschnittlich klein, (die grössern nuss- bis eigross) entstammen dem weissen Jura und sind theilweise sehr fest vermittelst eines kalkig sandigen Bindemittels verkittet; sie bilden hier als wenig mächtiges Conglomerat das Dach der Schichten. Sämmtliche Sandsteine, auch die feinkörnigen, dicht aussehenden, lösen sich in Salzsäure leicht auf und hinterlassen nebst einer Kieselgallerte zahlreiche Quarzkörner von 0,1 mm. bis 1 mm. und mehr Grösse.

Bei Bättwil, am Westende des Rebberges und oberhalb der Linie der Birsigthalbahn, beim äussersten Haus an der alten Strasse nach Flühen auf der Höhencurve 390, stehen tertiärer glimmerreicher Sand und Sandstein in kleinen Gruben an, die vom aufliegenden Gebirgsschutt oft verdeckt werden. Die Schichten fallen hier, wie dies besonders an einer festen 30 cm. dicken Sandsteinschicht zu sehen ist, mit ca. 70° nach Süden, also gegen den Berg ein, oder mit andern Worten, sie hangen nach Norden über. Aber auch diese Lagerung ist eine mit den Schichten des Jura concordante, denn 300 Meter

westlich dieser Stelle sind an der Station Flühen durch die Bahnarbeiten die Schichten des Jura am Fuss des Berges blosgelegt worden. Auf massige Korallenkalke, deren steiles mit 65°—70° nach N.-N.-O. gerichtetes Einfallen nur schwer zu erkennen ist, folgen deutlich geschichtete blaugraue und gelbliche Mergel, sowie dünnere Bänke von Kalk, ebenfalls steil aufgerichtet, ja z. Th. nach Norden überhängend; doch betrifft dieses Ueberhangen nur den obern Theil eines verhältnissmässig gering mächtigen Schichtcomplexes, während der untere Theil, sowie die weiter folgenden Schichten wieder steil nach Norden einfallen, gleichwie auch eine Schicht von gelbgrauem, glimmerlosem tertiärem Kalksandstein, der am gleichen Profil noch zu sehen ist und durch einige Meter Schutt vom anstehenden Juragestein getrennt wird.

Da bei Bättwil das tertiäre Gestein nur wenig tief (1½—2 m.) aufgeschlossen ist, so wäre es möglich, dass das südliche Einfallen auch nur den obern Theil der steil aufgerichteten Schichten betreffen könnte.

Trotz etwas abweichender petrographischer Beschaffenheit (die Kalksandsteine von Witterswil, Ettingen (Stapflen), Aesch, Dornach etc. enthalten keinen Glimmer) sind die Sande und Sandsteine von Bättwil auch zum Meeressand zu zählen, vielleicht bilden sie aber den obern Horizont desselben, indem nicht weit von dieser Stelle gegen Norden hin, an der Bahnlinie blaugraue, lettige Mergel angeschnitten wurden, die schon dem nächstfolgenden Horizont, dem Septarienthon zuzutheilen sind.

Der harte gelbgraue Sandstein, der theilweise knauerartig in dem gelben glimmerigen Sande eingebettet ist, theils fortlaufende Bänke bildet, enthält Pflanzenreste, besonders Blätter, die aber in Folge schlechter Spalt-

barkeit des Gesteins schwierig erhältlich sind. Es fanden sich besonders Eichen- und Zimmtblätter, von welchen einzelne Exemplare schon seit Jahren in unserem Museum liegen, die aber irrthümlicherweise als von Hofstetten kommend bezeichnet sind.

Die Arten sind folgende:

Quercus chlorophylla Ung. Derbe, lederige Blätter, an der Basis meist breit, rasch in dieselbe zulaufend; Ränder eine Strecke weit fast parallel; Spitze schlanker als die bei Unger Chloris protogaea Taf. 31 fig. 1 abgebildete Form.

Quercus elaena Ung. Zahlreich und in verschiedenen bald grössern, bald kleinern Formen, die theils mit fig. 4 Taf. 31 in Unger Chloris protogaea, theils mit fig. 11 und 14 Taf. 75 in Heer Flora tert. helv. übereinstimmen, oder aber auch ebenso sehr einem Quercus chlorophylla als Quercus elaena gleichen, so dass man sich fragen muss, ob nicht beide von Unger aufgestellten Arten in eine zu vereinigen wären.

Cinnamomum polymorphum A. Br. Nicht vollständige, doch deutliche Blattreste.

Cinnamomum Scheuchzeri Heer. Z. Th. schöne, grosse Formen, die durch ihre schlanke Gestalt der folgenden Art sich nähern.

Cinnamomum lanceolatum Ung. Weniger häufig, doch in typischen, schlanken Formen.

Daphnogene Ungeri Heer. Sehr schlanke, weidenblattartige Form von 12 cm. Länge bei nur 11 mm. grösster Breite; derb, mit 2 deutlichen, bis ungefähr auf ein Drittel der Länge hinaufsteigenden basilären Secundärnerven. Die obern Secundärnerven sind verwischt und ein Mittelstück eines solchen Blattes

könnte leicht für einen Blattrest von Echitonium Sophiae gehalten werden. Dieses Blatt gehört wohl einer neuen Art Daphnogene an.

(?) Diospyros myosotis Ung. Gleicht im Umriss fig. 15 Taf. 43 in Unger Foss. Flora von Sotzka, nur ist bei unserm Exemplar die Spitze etwas schlanker. Die Secundärnerven sind vollständig verwischt.

Cassia phaseolites Ung. Nur ein einziges, nicht ganz vollständiges Blatt.

Die obengenannten Pflanzen, resp. deren Blätter finden sich nach Heer durch die ganze schweizerische Molassebildung; sie können uns also keine bestimmte Antwort auf die Frage nach dem Alter einer tertiären Ablagerung geben. Doch auffallend ist das Vorherrschen von schlanken Zimmtblättern, wie das auch noch in der nächstfolgenden Stufe, dem zum Septarienthon gehörenden blauen Letten der Fall ist, und ferner das häufige Auftreten von ovalen, ganzrandigen Eichenblättern. Ein Blatt von Quercus chlorophylla fand ich auch in den zwischen den Gypsschnüren liegenden Thonschiefern von Zimmersheim, welche dem Unteroligocän angehören.

b) Die Schichten des Septarienthones.

(Oberes Mitteloligocän. Blauer Letten.)

Ueber den oben beschriebenen Schichten des Meeressandes liegt in der Umgebung von Basel eine Gebirgsbildung, die allgemein als blauer Letten bezeichnet wird. In der Stadt und deren nächsten Umgebung ruht derselbe überall unter einer mehr oder weniger mächtigen diluvialen Kiesdecke. Im tiefern Theil der Stadt, zu beiden Seiten des Birsig, stehen die Fundamente der Häuser in demselben, ebenso diejenigen der drei Rhein-

brücken innerhalb der Stadt und der Eisenbahnbrücke bei Hüningen, während die Verbindungsbrücke der beiden Bahnhöfe auf jüngern tertiären Bildungen zu ruhen scheint. Ausserhalb der Stadt tritt der blaue Letten bei St. Margarethen an den Ufern des Birsig zum Vorschein; bei der Thonwaarenfabrik Allschwil, südwestlich der Stadt, am Nordfuss der die Rheinebene begrenzenden Hügel, wird er zu technischen Zwecken abgebaut. Bei Therwil im Dorfe liegt er überall in geringer Tiefe (3—6 m.) unter der Bodenfläche; auf ihm fliesst wie in der Umgebung der Stadt das die diluvialen und jungen tertiären Bildungen durchsetzende Wasser ab. Die Quellen der laufenden Brunnen sind an zwei verschiedenen Stellen im Osten des Dorfes, ungefähr auf der Höhencurve von 320 m., an der Grenze der Cyrenenmergel und des blauen Lettens gefasst worden. Am Fuss des sogenannten „Stutz", zwischen Therwil und Ettingen bildet er die Basis der Cyrenenmergel; bei Benken am Fussweg nach der Egg und in absolut gleichem Niveau wie an der soeben erwähnten Stelle, liegt er unmittelbar unter dem dort kaum 1 m. mächtigen diluvialen Lehm; ebenso bei Fislis im Oberelsass, nicht weit von Pfirt. Ferner hat ihn die Birsigthalbahn bei Witterswil und Bättwil angeschürft.

Nirgends sieht man den blauen Letten auf den dem Meeressand angehörenden Schichten direkt aufliegen, doch das relativ steile Einfallen der letztern am Rand des Jura lässt schliessen, dass sie den blauen Letten unterlagern. Schon in geringer Entfernung vom Jura zeigen sämmtliche Tertiärschichten eine schwache Neigung gegen N.-O. Die blaugrauen Letten an der Bahnlinie von Witterswil zeigen einen Neigungswinkel von kaum 10°. In der Nähe der Stadt und in ihr selbst scheint die Lage eine etwas gestörtere zu sein, indem

am Birsig bei Binningen die Schichten mit 16°—17° gegen N.-N.-O. einfallen, während sie innerhalb der Stadt bei der Turnhalle, sowie am Rhein auf der Klein-Baslerseite, wo bei niederem Wasserstand die Schichtköpfe von grauem Sandstein zu Tage treten, mit 15° O.-S.-O. einfallen.

Die Mächtigkeit der ganzen Ablagerung scheint eine sehr bedeutende zu sein, denn bei einem Bohrversuch am sogenannten Binninger Schutz, unterhalb St. Margarethen im Jahre 1770 hat man bei 192 Schuh Tiefe (ca. 57 m.) das Ende des blauen Lettens nicht erreicht; ebenso nicht in Kleinbasel zwischen der Rhein- und Utengasse bei 200 Fuss (60 m.), und im St. Albanthal, hart am Rheinufer, hat man bei Anlass einer Brunnenbohrung im Winter 1888/89 in der Papierfabrik des Herrn Oser-Anker bei 57,4 m. den blauen Letten nicht durchsenkt.

Das Gestein erscheint nicht durchwegs als blauer Letten, sondern häufig treten graue Sandsteine, die gewissen Abänderungen der mittelschweizerischen Molasse zum Verwechseln ähnlich sehen, an seine Stelle, oder Sande, die dann wieder durch Aufnahme von Thonerde in die eigentlichen Letten übergehen. Schwefeleisen in Form von Pyrit und Markasit sind häufig im Letten wie im Sandstein eingeschlossen. Treten die blauen Letten an die Erdoberfläche, so werden sie in Folge Einwirkung von Wasser und Luft gelblichgrau. Ist der Letten fett, also wasserdicht, so wird nur eine äussere dünne Schicht verändert, ist er aber sandig, leichter Wasser durchlassend, so geht die Farbenveränderung tiefer.

Ueber die Stellung unserer blauen Letten im Oligocän herrschte bis jetzt etwelche Unsicherheit. Peter Merian (Darstellung der geologischen Verhältnisse des Rheinthales bei Basel) betrachtet sie als eine Facies des

Meeressandes, als den feineren Schlamm, der weiter von der Küste abgesetzt worden, ebenso Greppin (Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 8te Lieferung). Beide ziehen dann eine viel höher gelegene Schicht grüngrauen Lettens mit Ostrea cyathula, die entschieden den Cyrenenmergeln angehört, zu den blauen Letten des Septarienthones. Umgekehrt stellt Greppin [1]) die blätterführenden Sandsteine bei der obern Rheinbrücke (Wettsteinbrücke) am sogenannten Harzgraben zur untern Süsswassermolasse, zu seinem Delémontien, zu Schichten, die über den Cyrenenmergeln liegen. Albrecht Müller (Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 1te Lieferung pag. 43, und Ueber das Grundwasser und die Bodenverhältnisse der Stadt Basel) betrachtet die blauen Letten als Süsswasserablagerungen, gestützt auf die gefundenen Pflanzenreste und das Vorkommen von Helix rugulosa Mart. im St. Albanthal, bemerkt jedoch, dass gestützt auf den Fund einer Serpula auch marine Letten vorzukommen scheinen.

Im Frühjahr 1887 entdeckte ich in den obern Schichten unseres blauen Lettens südwestlich der Stadt zahlreiche Schuppen eines häringartigen Fisches, dem Genus *Meletta* angehörend. In der Nähe des *Allschwilerweihers,* unmittelbar rechts vom Wege, der nach Neuwil führt, auf der Höhencurve 290 haben die benachbarten Ziegelhütten unter dem verschwemmten diluvialen Lehm, in jetzt z. Th. wieder verschütteten kleinen Gruben blaugrauen Letten ausgegraben. In der trockenen Luft spaltete sich derselbe in zahlreiche dünne, leicht zerbrechliche Blättchen, auf deren Spaltflächen die Melettaschuppen in grosser Zahl sich fanden. Ausserdem fanden sich eine grössere *Ctenoidschuppe* und zwei Blättchen von *Banksia*

---

[1]) Observations géologiques, historiques et critiques. 1879.

Deikeana Heer. Dieselben Melettaschuppen fand ich später in der westlich dieser Stelle gelegenen Lehmgrube der Thonwaarenfabrik Allschwil, wo die blauen Letten überlagert von diluvialem Kies und Löss, wie oben schon erwähnt, abgebaut werden.

Die Melettaschuppen finden sich im Elsass an verschiedenen Punkten. Sie behaupten einen ganz bestimmten Horizont, denjenigen der *Fischschiefer*, in welchen sich nebst andern Fossilien auch eine Fistularia genannt *Amphisyle Heinrichi* Heck. gefunden hat, daher sie auch *Amphisyleschichten* genannt wurden. Sie finden sich aber auch in Oesterreich, Bayern, Hessen etc. und sowohl durch die Fauna wie die Lagerung sind sie als gleichalterig mit dem Septarienthon des Mainzerbeckens erkannt worden. Andreae hat das Wichtigste über dieselben in einem besondern Kapitel, betitelt: „Die Amphisyle-Schichten im Elsass und am Oberrhein" zusammengefasst und ich verweise auf dasselbe. (Siehe Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs. II. Theil. Die Oligocänschichten im Elsass, pag. 149.) Im benachbarten Habsheim fand ich im blaugrauen Letten genau dieselben Melettaschuppen wie hier bei Basel. Schon Delbos und Köchlin-Schlumberger (Description géologique et minéralogique du Département du Haut-Rhin, pag. 73) erwähnen dieselben und bezeichnen sie als *Meletta longimana* Heckel. Mir scheinen sie z. Th. eher mit den bei Heckel fig. *h* und *i* Taf. XXV., Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften, I. Bd., abgebildeten Schuppen der jetzt lebenden *Meletta Thrissa* Valenc. und mit denjenigen von *Meletta sardinites* Heck. übereinzustimmen.

In grosser Zahl finden sich die Melettaschuppen in blaugrauen bituminösen thonigen Schiefermergeln nördlich von Brislach, an einem Weg, der auf das „äussere Feld"

führt, zwischen den Höhencurven 400 und 410. Der Schieferletten, 5°—8° südwärts einfallend, wird hier seit langer Zeit abgebaut um als Düngmittel für Wiesen und Felder verwendet zu werden. Hier liegt *Ostrea callifera* unter den Schiefern mit *Meletta* und auf dem Jura, der von Bohrmuscheln angebohrt ist. Doch nicht nur Melettaschuppen, sondern auch zwei Kopfstücke von *Amphisyle* habe ich vergangenen Sommer dort gefunden. Sie stimmen vollständig mit den in unserer Sammlung liegenden von Buchsweiler im Oberelsass stammenden und als *Amphisyle Heinrichi* Heck. bestimmten Exemplaren überein, sind aber grösser als das bei Heckel abgebildete österreichische Exemplar, was Andreae für diejenigen von Buchsweiler und Froide-Fontaine ebenfalls bemerkt. Ausserdem finden sich eigenthümliche, über 3 cm. lange, ungegliederte, nadelförmige Stacheln, am untern Theil umgebogen, mit schaufelartiger Basis; genau dieselben fand ich bei Habsheim. Es sind dies wohl die gleichen etwas räthselhaften Gebilde, die an verschiedenen andern Orten gefunden worden und die bei Andreae (l. c. pag. 156) als charakteristische ungetheilte Flossenstrahlen und *radii branchiostegi* von Palaeorhynchum erwähnt werden.

Meines Wissens ist Amphisyle bis jetzt bei Brislach nicht gefunden worden. Peter Merian (Verhandlungen der naturf. Gesellschaft in Basel 1860, 2ter Theil, 3tes Heft pag. 345) erwähnt bei Anlass einer Vorweisung von Fischabdrücken aus den bituminösen Mergelschiefern von Pfirt, „dass die Sammlung in Basel Fischgräte von eigenthümlicher Gestalt aus ähnlichen Mergelschiefern von Brislach besitze und dass die fischführenden Mergelschiefer sich demnach bis in das Birsthal auszudehnen scheinen.“ Diese eigenthümlichen Fischgräte sind, wie ich mich überzeugt habe, jene ungegliederten Flossen-

strahlen oder radii branchiostegi. Auch Greppin erwähnt Amphisyle und Meletta nicht. Auf Seite 166, Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 8te Lieferung werden von Brislach eine Anzahl *Selachier* aufgeführt (wahrscheinlich sind deren Zähne gefunden worden) und *Cycloides* (es sind wohl die Melettaschuppen gemeint). Erst Andreae (Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs, II. Theil pag. 159) erwähnt von Brislach die typischen Fischschiefer mit *Meletta crenata* Heck. und spricht die richtige Vermuthung aus, dass dort die Amphisyle-Schiefer wie anderwärts über dem Meeressand liegen.

Melettaschuppen finden sich auch in einem blaugrauen Letten südlich Laufen an einem Hügel genannt *Rebacker*, auf 370—375 m., wo seit 1886 für die Cementfabrik in Laufen die Mergel abgebaut werden, und ebenso finden sich Melettaschuppen in gleicher Höhe wie an vorhin erwähnter Stelle in Letten und schieferigen Sandsteinen am *Wahlenbach.*

Ueber all diesen Schichten mit Melettaschuppen und Amphisyle liegt westlich Brislach, am Weg nach dem Fichtenhof auf der Höhencurve von 400 m., ein Kilometer südwestlich der südwärts fallenden Fischschiefer von Brislach, in grünlich grauem Letten die dem Cyrenenmergel angehörende *Ostrea cyathula* Lam.

Es bleibt somit über die geologische Stellung der blauen Letten von Basel und die marine Herkunft derselben kein Zweifel. Die Letztere wird aber auch noch dargethan durch die Foraminiferen, die ich aus einer Reihe von Mergelproben verschiedener Orte ausgeschlemmt habe, nämlich vom Fundament des rechten Strompfeilers der *Wettsteinbrücke*, von der *Schifflände*, vom *Marktplatz* vor dem Rathhause, vom Birsig in der *Steinenvorstadt*, von der *Thonwaarenfabrik Allschwil*, sowie

von *Benken* am Weg nach der Egg. Sie finden sich häufiger in den sandigen Letten als in den fetten an Quarzkörnern armen; aber auch in ersteren erscheinen sie relativ spärlich. Auch sind die Foraminiferen nur mit dem Mikroscop und nicht mit der Loupe sichtbar, da sie selten die Grösse von 0,2 mm. übersteigen. Leider fehlte mir die Zeit und das nöthige Vergleichungsmaterial um diese Foraminiferen näher zu bestimmen, doch glaube ich aus einer Vergleichung mit den bei Andreae abgebildeten Arten, die den folgenden Genera zugehörende Formen erkannt zu haben: *Textilaria, Bolivina, Truncatulina, Pulvinulina, Rotalia;* ferner ist überall häufig *Globigerina bulloides* d'Orb.

Viel reicher an Foraminiferen als unser blauer Letten sind die Mergelschiefer von Brislach. Andreae (l. c.) erwähnt eine Anzahl aus denselben. Ich sah in einer einzigen Schlammprobe:

Rotalia Soldanii d'Orb.
Pulvinulina Kiliani Andreae.
Nonionina Buxovilliana Andreae.
Truncatulina amphisyliensis Andreae.
Textilaria inflata Andreae.

Weniger zahlreich, ähnlich wie in unserm blauen Letten, fanden sich die Foraminiferen in dem blaugrauen Letten südlich Laufen am sogenannten Rebacker.

Ausser den oben angegebenen Melettaschuppen und Foraminiferen fanden sich in unserem blauen Letten am Birsig bei *St. Margarethen* mehrere Steinkerne einer *Corbulomya,* in der Form zwischen C. elongata und C. sphenoides Sandberger stehend, mit ziemlich starken Anwachsstreifen. Sandberger hält sie für eine neue Art.

So wäre denn die marine Herkunft unserer blauen Letten, die sich früher durch ein am Spalenberg gefundenes Bruchstück einer *Serpula* nur vermuthen liess,

ausser allen Zweifel gesetzt und wohl ebenso ihre Stellung zu den übrigen tertiären Ablagerungen. Die uns zugänglichen Schichten in der Umgebung der Stadt mögen etwas jünger sein als die Fischschiefer von Brislach, die unmittelbar auf den Schichten des Meeressand aufruhen, sie werden einem obersten Horizonte der Septarienthone angehören, also alleroberstes Tongrien repräsentiren.

Die im St. Albanthal gefundene *Helix rugulosa* Mart. (Peter Merian, Verhandlungen der naturf. Gesellschaft Basel, 1ter Band, 1tes Heft 1854, pag. 94.) gehört einer viel jüngern Bildung an; wie wir später sehen werden ist in der Umgebung der Birsmündung und von hier nordwärts gegen Riehen, wie südwärts gegen Dornach, das ganze Tertiärgebilde tiefer gesunken als im Westen der Birs, im Gebiet des Birsigs.

Die in die blauen Letten eingelagerten Sandsteine enthalten nicht selten Blattreste und Stengelstücke.

Beim Bau der Wettsteinbrücke im Jahre 1878 hat Greppin (Observations géologiques, historiques et critiques) folgende Arten gesammelt:

Sabal haeringiana Ung.
Puya Gaudini Heer.
Cinnamomum Scheuchzeri Heer.
Echitonium Sophiae Web.

Vom Birsigbett ausserhalb der Stadt bei St. Margarethen sind mir von Prof. Dr. F. Burckhardt und seinem Sohne Dr. Rudolf Burckhardt eine Reihe von Blattresten zugekommen, die ich folgenden Arten zugetheilt habe:

Podocarpus eocaenica (?) Ung. Eine Nadel, welche fig. 14 Taf. 23 Ung. foss. Flora von Sotzka nahe steht, doch geht bei unserem Exemplar die Blatt-

fläche rasch in den Stiel über und läuft nicht allmälig in denselben hinunter.

Cinnamomum polymorphum A. Br.

„ spectabile Heer.

„ Scheuchzeri Heer.

„ lanceolatum Ung.

Banksia longifolia Ett. Heer Fl. tert. helv. T. 99 fig. 2.

Echitonium Sophiae (?) Web. Blattrest.

Eucalyptus oceanica Ung.

Carya Heeri Ett.

„ integriuscula (?) Heer. Ein Blattrest, der aber gut mit fig. 18 Taf. 131 Heer Flora tert. helv. stimmt.

Eine ziemlich reiche Flora lieferten die schon wiederholt erwähnten blauen Letten der Thonwaarenfabrik Allschwil, auf der Karte *Ziegelhütte* genannt. Die Letten sind dort nördlich dem Wäldchen, genannt „Mösli", auf der Höhencurve 290 m. angeschnitten. Dieselben gehen nach oben in graue, sandige Mergel über und diese enthalten Sandsteinplatten und Knauer in nicht zusammenhängender Schicht, reich an Blättern, sowie zahlreichen Kugeln von Markasit, die z. Th. ganz in Eisenoxydhydrat sich umgewandelt haben. Ueber dem blauen Letten liegt kein jüngeres Tertiärgebilde, die diluvialen Ströme haben alles abgetragen und es ruht daher auf demselben eine Kiesschicht von 2—3 m. Mächtigkeit. Diese Kiesschicht steht in keinem Zusammenhang mit der tiefer liegenden, welche die obere Terrasse der eigentlichen Rheinebene von Basel bildet. Sie steht von ihr, in verticaler Richtung gemessen, wohl um 20 m. ab. Die obere Kiesschicht ist darum die ältere, die tiefere ist die jüngere und nicht umgekehrt. Dasselbe gilt auch für die noch höher gelegenen Kiesschichten der benachbarten und oberelsässischen Hügel.

Ueber dem Kies der Thonwaarenfabrik Allschwil folgt eine ziemlich mächtige Lehm- und Lössbildung, in welcher eigenthümlicherweise Lehm und Löss wechselt. Das Profil jener Stelle ist folgendes:

1) ½ m. oder auch weniger, brauner Lehm (Ackererde).
2) 3—4 m. hellgrauer feinsandiger Löss, reich an Schnecken, in Säure stark brausend. Wird zur Ziegelfabrikation nicht verwendet.
3) 3 m. brauner Lehm ohne Schnecken oder doch an solchen sehr arm; braust in Säure äusserst schwach; wird zur Ziegelfabrikation verwendet.
4) 1,5—2 m. hellgrauer sandiger Löss mit Schnecken; in Säure brausend; wird zur Ziegelfabrikation nicht verwendet.
5) 4 m. brauner Lehm ohne Schnecken; braust in Säure sehr schwach oder nicht; wird zur Ziegelfabrikation verwendet.
6) 2—3 m. Kies; oben sandig; an der Basis fliesst Wasser ab.
7) ca. 10 m. angeschnitten: blauer Lett, oben gelblichgrau, z. Th. sandig, mit blätterreichen Sandsteinen und Melettaschuppen, tiefer blaugrau mit Melettaschuppen ohne Sandsteine; in Folge Einfliessen von Wasser und Abbau von unten her ist das ganze Terrain stark verrutscht und die genannten blätterführenden Sandsteine zeigen oft Rutschflächen.

Es sei noch bemerkt, dass die Grenze zwischen Lehm und Löss jeweilen eine haarscharfe ist und dass nicht ein allmäliger Uebergang stattfindet. Obige Verhältnisse habe ich nun seit drei Jahren beobachtet und sie sind trotz starkem Abbau gleich geblieben.

Die Flora, welche ich aus einzelnen Gesteinsstücken erhalten habe, zeichnet sich vor allem durch den grossen Reichthum von Cinnamomumblättern aus und besonders

sind die schlanken Formen C. Scheuchzeri und C. lanceolatum äusserst häufig und oft schwer zu trennen. Ausser diesen Zimmtblättern erscheinen die Leguminositen, besonders die dem Geschlechte Cassia angehörenden Formen in grosser Zahl. Von den im Aquitan der mittelschweizerischen Molasse häufig erscheinenden Arten von Rhamnus, Cornus und Acer hat sich kein sicher bestimmbarer Rest gefunden. Die bis jetzt gefundenen Arten sind folgende:

Podocarpus eocaenica Ung.

Sabal oder Chamaerops. Blattfetzen.

Salix angusta A. Br. Häufig; in langen schmalen Formen, theils mit geraden, scharf zulaufenden, theils umgebogenen Spitzen. Einzelne breitere Stücke, welche die charakteristische Salixnervatur hin und wieder erkennen lassen, gehören vielleicht einer andern Art, S. longa oder S. elongata an.

Mysica salicina Ung. Selten. Unger Sylloge plant. foss. Taf. 39, fig. 7.

Quercus elaena Ung. Kleine, derbe, lederige Blätter, die im Umriss auch Cassienarten gleichen. Heer Flora tert. helv. Taf. 70 fig. 19.

(?) Quercus apocynophyllum Ett. Zweifelhafte Blattreste, ohne sichtbare Secundärnerven. Im Umriss übereinstimmend mit: Ettingshausen Tertiärflora Steiermarks Taf. II. fig. 15, Sitzungsberichte 60 Bd., I. Theil 1870. Ettingshausen Foss. Flora von Sagor I. Theil Taf. 4 fig. 19, Denkschriften 32 Bd. 1872. Ettingshausen Foss. Flora von Leoben Taf. III. fig. 11—12, Denkschriften 54 Bd. 1888.

Diospyros brachysepala A. Br. Heer Flora tert. helv. Taf. 102 fig. 2.

Cinnamomum polymorphum A. Br. Blatt und Frucht. Sehr häufig; einestheils in schönen ovalen,

zwar nicht grossen, doch typischen Formen; anderntheils aber auch in schlanken dem Cinn. Scheuchzeri Heer. sich nähernden Gestalten oder auch in solchen, die an Cinn. Buchi Heer. erinnern.

Cinnamomum Scheuchzeri Heer. Sehr zahlreich in schlanken und stumpfen Formen, bald klein, bald gross; Uebergänge nach allen andern Formen. Einzelne besitzen ihre grösste Breite unterhalb der Mitte, ihre basilären Secundärnerven reichen kaum bis zur Mitte, die kürzere oder längere Spitze ist stets gleichmässig zulaufend. Diese letztern dürften vielleicht auch C. polymorphum zugetheilt werden.

Cinnamomum lanceolatum Ung. Zahlreich, in typischen Formen mit schlanker Spitze, oft aber auch in Formen, die schwer von der vorigen Art zu trennen sind.

Cinnamomum Buchi Heer. Seltener; dem C. polymorphum nahe stehend. Heer Flora tert. helv. Taf. 95 fig. 7.

Cinnamomum retusum Fisch. Selten; etwas ungleichseitig entwickelt.

Daphnogene Ungeri Heer. Häufig, doch in schlankern Formen als das bei Heer Flora tert. helv. Taf. 153 fig. 53 abgebildete Blatt; 7—8 cm. lang bei 9—10 mm. grösster Breite; oft sichelartig gekrümmt; basiläre Secundärnerven schwach, oft kaum sichtbar, nicht bis zu $^1/_3$ der Blattlänge aufsteigend.

Daphnogene sp. n. Häufig; schlanker als die vorige Art, basiläre Secundärnerven sehr schwach; über dem rasch zulaufenden Blattgrund die Ränder eine Strecke weit beinahe parallel laufend, 6 mm. breit, 8 cm. lang; oder schmäler und dann kürzer, selten breiter und dann länger. Sind die basilären Secundärnerven verwischt, so sieht das Blatt ähnlich Eu-

calyptus haeringiana Ett. Foss. Flora von Haering Taf. 28 fig. 2—25; Heer Flora tert. helv. Taf. 154 fig. 15; Heer Braunkohlenpflanzen von Bornstädt Taf. 4 fig. 14. Die kleinen Formen sehen den Callistemonblättchen Ettingsh. Foss. Flora von Haering Taf. 27 fig. 13—14 im Umriss sehr ähnlich.

Banksia Deikeana Heer. .Selten; aus den schiefrigen Letten beim Allschwilerweiher mit Meletta.

Bumelia Oreadum Ung. Selten. Ettingsh. Foss. Flora von Sagor II. Taf. 13 fig. 13. Denkschriften 37 Bd. 1887.

(?) Apocynophyllum angustum Ett. Nur der obere Theil des Blattes ohne sichtbare Secundärnerven, daher schwer bestimmbar; gleicht Ettingsh. Foss. Flora von Sagor II. Taf. 12 fig. 13.

(?) Labatia salicites Web. Nicht selten; besonders die schlanke Blattbasis, die auch an Echitonium cuspidatum Heer. Flora tert. helv. fig. 5 Taf. 154 erinnert; das ganze Blatt hat viel Aehnlichkeit mit L. salicites Web. Palaeontographica VI. Taf. 28 fig. 2 und 3, mit dem Unterschiede, dass unsere Exemplare etwas breiter sind.

Echitonium Sophiae Web. Schmale, derbe Blätter und Blattstücke, die bei mangelnden sichtbaren Secundärnerven schwierig richtig zu deuten sind.

Eucalyptus oceanica Ung. Nicht selten, leider ist die charakteristische Randnervatur der Eucalyptenblätter nicht sichtbar, gleicht aber den in verschiedenen Floren abgebildeten Arten. Ung. Foss. Flora von Sotzka Taf. 57 fig. 1—13. Ettingsh. Foss. Flora von Sagor I. Taf. 17 fig. 10—18. Ettingsh. Foss. Flora von Sagor II. Taf. 32 fig. 16.

Celastrus Andromedae Ung. Selten. Heer Flora

tert. helv. Taf. 122 fig. 2. Unger Foss. Flora von Sotzka Taf. 51 fig. 2—10.

Ilex stenophylla Ung. Syllog. plant. Foss. Taf. 3 fig. 20. Chloris protogaea Taf. 50 fig. 10 u. 11.

Rhamnus sp. Ein nicht näher bestimmbarer Blattrest.

(?) Robinia Regeli Heer. In der Form ganz gut mit fig. 20—26 Heer Flora tert. helv. übereinstimmend, doch derber, vielleicht eine Banksia oder Quercusart.

Cassia lignitum Ung. Nicht selten, doch oft schwer von andern Cassia-Arten zu unterscheiden.

Cassia Berenices Ung. Nicht häufig. Heer Flora tert. helv. Taf. 137 fig. 42—56. Unger Foss. Flora von Sotzka Taf. 64 fig. 4—10.

Cassia Fischeri Heer. Selten.

Cassia hyperborea Ung. Selten.

Cassia phaseolites Unger. Ungemein häufig und oft schön erhalten. Ung. Foss. Flora von Sotzka Taf. 63 und 64. Heer Flora tert. helv. Taf. 137 und 138. Dazu stelle ich eine schmale Form, die bis jetzt nirgends abgebildet.

Leguminosites Proserpinae Heer. Häufig, doch nicht immer mit der ausgerandeten Spitze deutlich erhalten, gleicht dann einer Cassia lignitum. Grösse sehr verschieden. Heer Flora tert. helv. Taf. 138 fig. 50—55.

Acacia parschlugiana Ung. Hülse nicht selten, aber meist nur in Bruchstücken. Heer Flora tert. helv. Taf. 139 fig. 45—59.

c) Die Schichten der Cyrenenmergel.

(Oberes Oligocän. Aquitanien.)

Die dieser Stufe angehörenden Schichten finden wir an den Abhängen der Hügel zu beiden Seiten des Birsigs,

südlich der Stadt Basel, bei Bottmingen, Oberwil, Therwil, Biel, hin und wieder blosgelegt. Sie bestehen theils aus Mergeln, theils aus Sanden und Sandsteinen, die bald im Süsswasser, bald im Brackwasser oder im Meere niedergeschlagen wurden. Die Brackwasserbildungen scheinen vorzuherrschen.

Einen ganz bestimmten Horizont behauptet eine Schicht von graugrünem Letten 2—3 m. mächtig, reich an *Ostrea cyathula* Lam. Sie lässt sich vom sogenannten Stutz zwischen Therwil und Ettingen bis nach Bottmingen auf eine Länge von ca. 4 Kilometer verfolgen. Vom südlichsten Punkte am Stutz bis Bottmingen senkt sich die Schicht um ca. 30 m., was einem Neigungswinkel von kaum $^1/_2$ Grad entspricht; doch gibt dieser Winkel nicht das richtige Fallen an, da letzteres nicht ein nördliches, sondern nordöstliches ist. Unter dieser Lettschicht mit Ostrea cyathula sind an verschiedenen Stellen die Tertiärschichten mehr oder weniger gut entblösst, sie enthalten die Fossilien der Cyrenenmergel.

Am Stutzweg, der sich von der Landstrasse Therwil-Ettingen bei Punkt 315 abzweigt und in südöstlicher Richtung auf das sogenannte Hochfeld hinaufführt, lässt sich das tertiäre Gestein am Südrand des Weges, welchem entlang ein kleines Wässerlein fliesst, beobachten. Unten liegt von herabgeschwemmtem Sand und Lehm bedeckt, blauer Lett, gleich demjenigen von Basel. Höher, ungefähr von der Höhencurve 330 m. an, folgen bis zu 340 m. gelbe Sande und Sandsteine. Aus ihnen konnte ich erhalten:

Cerithium plicatum Lam.
Corbulomya sp.
Corbula cf. Henkeliusiana Nyst.
Syndosmya elegans Desh.
Cyrena Brogniarti Bast.

Die Schalen sämmtlicher Fossilien sind sehr zerbrechlich und schwierig zu erhalten. Sie bilden im Sand oft weisse Streifen, doch bei der Berührung zerfallen sie.

Ueber diesen Sanden und Sandsteinen folgen, z. Th. von Vegetation bedeckt, Süsswasserkalke und Mergel ca. 2 m. mächtig. Die Süsswasserkalke, die auf dem Wege herumliegen und z. Th. weit hinunter verschleppt sind, zeigen meist graue Farbe, enthalten zahlreiche Poren und Löcher, sind oft sehr hart, dann reich an Kieselerde, die sich beim Lösen mit Salzsäure als Gallerte ausscheidet. Aus diesem Süsswasserkalk konnte ich folgende Fossilien erhalten:

Limneus pachygaster Thom., z. Th. etwas schlanker als die bei Sandberger abgebildeten.

Planorbis cornu Brogn.

Hydrobia ventrosa Monf. (= Litorinella acuta Drap.) gleich den bei Sandberger Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, Taf. VI., fig. 9[b], 9[d] und 9[f], abgebildeten Formen.

Cyrena Brogniarti Bast.

Cyrena semistriata Desh. Var. major Sandb. Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, Taf. 26, fig. 3.

Dreissenia cf. unguiculus Sandb. Einzelne nähern sich durch ihre Form und durch ihre mit ziemlich dickwandigen, deutlichen Anwachsstreifen versehenen Schalen der D. Basteroti Desh.: Schloss undeutlich entblösst.

Reich ist dieser Süsswasserkalk an Charasamen, die mit Chara petrolei Andreae, Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs, Taf. 5, fig. 11, am besten übereinstimmen.

Ueber diesem Süsswasserkalk folgt dann die Lettschicht mit *Ostrea cyathula*, welch' letztere auf den Aeckern, besonders beim Umgraben der Bäume gefunden

wird. Das obere Niveau dieser Schicht mag in der Nähe der Höhencurve von 350 m. sich finden. Ueber derselben zeigt sich kein anstehendes tertiäres Gestein mehr, diluvialer Lehm bedeckt dasselbe.

Geht man von dieser Stelle aus nordwärts, so findet man die Ostrea cyathula eingebettet in graugrünen Letten in einem Hohlweg am sog. „Löli" auf der Höhencurve von 340 m. Der Weg führt von der Strasse Therwil-Reinach über das sog. Hochfeld nach Laufen. Es ist dies die Stelle, an welcher Ostrea cyathula schon seit langer Zeit gefunden wurde und von welcher all' die Exemplare mit dem Fundort Therwil bezeichnet, stammen. In früheren Zeiten hat man die Letten hier abgebaut. Unter denselben liegen, kaum entblösst, glimmerige Sande und Sandsteine, in welchen ich bis jetzt keine Fossilien gefunden; über denselben ähnliches Gestein; auf der Höhencurve von 350 m. aber erscheinen Süsswasserkiesel mit Limneen und Planorben, den wir andern Ortes auch wieder begegnen.

Unmittelbar östlich dem Dorfe Therwil, oberhalb der beiden äussersten Häuser, am Weg des sog. Fichtenrains, sind die Cyrenenmergel auch blosgelegt. Wir treffen da zunächst, ca. 10 m. mächtig, gelbe glimmerreiche Sande, hin und wieder mit Sandsteineinlagerungen, stellenweise reich an Fossilien, die wir weiter unten anführen. Ueber diesen Sanden liegen ca. 1/2 m. mächtig, gelbgraue, thonige Mergel mit weissen Kalkconcretionen. An der Basis dieser Mergel, also auf den Sanden, liegt ein dünnes Band bituminöser Kalkschiefer mit zerdrückten Planorben und denselben Charasamen wie im Süsswasserkalk vom Stutz. Diese Mergel sind als das Aequivalent des letztgenannten zu betrachten, denn wenig höher folgen graue und graugrüne Letten mit Ostrea cyathula. Ueber diesen Letten folgen dann

fossilfreie, glimmerreiche, graue und gelbe Sande und schieferige Sandsteine, wohl 10 und mehr Meter mächtig und auf der Höhencurve von 360 m. im Fichtenrainholz liegen die Süsswasserkiesel mit Limneen und Planorben.

In den zuerst erwähnten Sanden, also unter den Letten mit Ostrea cyathula, finden sich hin und wieder grauweisse, unregelmässig verlaufende, Fossilien führende Sandstreifen, besonders reich an zerbrechlichen Schalen von Gasteropoden, welche sämmtlich stark gerollt erscheinen, indem die Sculpturen mehr oder weniger verwischt sind. Es fanden sich:

1) Zahlreiche Schälchen von Ostracoden (Cypris?) von kaum 1 mm. Grösse; die einen hellbraun, glatt, andere braun, durch Grübchen fein punktirt, wieder andere, seltener als die vorigen, schwarz, mit grossen und tiefen Gruben, so dass die Oberfläche netzartig sculptirt erscheint.
2) Nematura Pupa Nyst.
3) Cerithium Lamarkii Desh.
4) „ plicatum Lam.
5) „ conjunctum Desh.
6) „ submargaritaceum A. Braun.
7) „ Boblayei Desh.
8) Scalaria pusilla Phil.
9) „ n. sp. Mit weniger, höchstens acht und stärkern quer auf die Windungen verlaufenden Rippen als an voriger Art.
10) Sandbergeria cancellata Nyst.
11) Turbonilla subulata Merian.
12) Bullina minima Sandb.
13) Corbulomya nitida Sandb.
14) Corbula sp.
15) Sphenia sp.

Nördlich, ca. 1/2 Kilometer von der soeben beschriebenen Stelle, im sog. Kaibhölzli,[1]) an einem Fahrweg der auf das Bruderholz führt, sind die Tertiärschichten auch blosgelegt. In halber Höhe des Weges, auf ca. 335 m., liegt die Lettschicht mit Ostrea cyathula ca. 3 m. mächtig. Höher folgen fossilleere glimmerreiche Sande mit Mergelknauern und Kalkconcretionen, welche oft ganz mehlig aussehen. Ganz oben finden sich wieder die Süsswasserkiesel.

Unter der Schicht mit Ostrea cyathula liegen ähnlich wie am Fichtenrain Sande und Sandsteine, letztere etwas schiefrig. Die Mergelschicht mit dem Süsswasserkalk konnte ich hier nicht mehr beobachten. Doch ca. 3 m. unter der Lettschicht liegt eine wenig mächtige linsenartige Einlagerung von thonigem Kalksandstein, der in einen compacten, weissgrauen, thonigen Kalk übergeht. In dem Kalksandstein fanden sich die folgenden Fossilien:

1) Unterkiefer eines acrodonten Reptils; 16 mm. lang, hinten mit grossem stumpfem Zahn, vor diesem 10—11 kleine spitze Zähnchen. Diese Unterkiefer zeigen Aehnlichkeit mit *Dracaenosaurus Croizeti* Gerv. (Zool. et Paléontolog. francaise. Pl. 64, fig. 5—8) aus dem untern Miocän der Limagne (Puy de Dome). Mit den Unterkiefern kommen zahlreiche braune Hautfetzen vor, die ebenfalls einem Reptil angehört haben müssen. Dieselben Hautfetzen finden sich auch in dem bituminösen Kalkschiefer am Fichtenrain über

---

[1]) Auf der Karte (Blatt Therwil) ist das Kaibhölzli nordöstlich von Therwil unrichtig angegeben. Das Kaibhölzli ist der kleine Waldcomplex, in welchem die Buchstaben „Hint“ des Wortes Hinterbergholz stehen und am Südrand dieses Waldes führt der obgenannte Fahrweg auf die Höhe.

den Sanden und unter dem Letten mit Ostrea cyathula. Sie zeigen sehr kleine, in Reihen geordnete, ovale Schuppen.

2) Cerithium plicatum Lam. Var. pustulatum A. Braun.
3) „ plicatum Lam. Var. multinodosum Sandb.
4) „ arcuatum Sandb.
5) „ Lamarkii Desh.
6) Turbonilla subulata Merian.
7) Hydrobia ventrosa Monf. (= Litorinella acuta Drap.)
8) Modiola angusta A. Braun.

Von Pflanzen fanden sich:

1) Chara ähnlich den oben angegebenen vom Fichtenrain und Stutz. (Chara petrolei? Andreae.)
2) Aspidium cf. elongatum Heer.
3) Myrica salicina Ung.
4) Cinnamomum Scheuchzeri Heer.
5) Banksia helvetica Heer.

In den Sanden, in welchen dieser Kalksandstein mit den soeben erwähnten Fossilien liegt, fand ich auch eine Ostrea cyathula. Ihr Vorkommen scheint sich also nicht ganz allein auf die höher liegende Lettschicht zu beschränken.

Im Jahre 1868 habe ich Herrn Rathsherr Peter Merian eine Anzahl Fossilien von den beiden erwähnten Lokalitäten, Kaibhölzli und Fichtenrain übergeben. Peter Merian hat darüber in den Verhandlungen der naturf. Gesellschaft in Basel, 5ter Theil, 2tes Heft, pag. 252 ff., eine kleine Notiz veröffentlicht und hat, gestützt auf die Fossilien, die betreffenden Schichten den Cyrenmergeln eingereiht, ohne aber zu wissen, dass die Lettschicht mit

Ostrea cyathula höher liegt. Er stellte darum Ostrea cyathula von Bottmingen, wo ausser Cerithium plicatum andere Fossilien der Cyrenenmergel nicht gefunden wurden, hinunter in die Schichten des Meeressandes.

Was die bei Peter Merian (l. c.) angegebenen Fossilien betrifft, so ist die von ihm erwähnte Bullina exerta Desh., nach brieflicher Mittheilung von F. von Sandberger, welcher die Originale gesehen, als *Bullina minima* Sandb. zu bezeichnen und ferner sind die Kinnladen kleiner Insektenfresser, nach genommener Einsicht von Herrn Prof. Rütimeyer, die oben erwähnten Reptilunterkiefer, von welchen ich besser erhaltene neuerdings gefunden habe.

Am Rütiacker bei Oberwil, 600 m. nördlich vom Kaibhölzli, am Westabhang des Bruderholzes, wenige Schritte von der Landstrasse Therwil-Bottmingen entfernt, ist eine Sandgrube eröffnet. Hier zeigen sich dieselben Verhältnisse wie an voriger Stelle. Unten sind auf ca. 8 m. gelbe, glimmerige Sande angeschnitten. Diesen Sanden sind eingelagert Sandsteine, knauerartig oder dünne Bänke bildend, ferner graugrüne Mergelknollen und weisse Kalkconcretionen, die aussen oft ganz mehlig sind, während sie innen einen festern kristallinischen Kern besitzen; sie bilden unregelmässige Lagen. In den Sandsteinen fanden sich:

Cinnamomum Scheuchzeri Heer.
„ lanceolatum Ung.
„ retusum Fisch.

Ueber den Sanden auf der Höhencurve von 330 m. liegen graugrüne Mergel, in ihrer untern Parthie mit gelbem Sand wechselnd; sie enthalten Ostrea cyathula Lam. in grösserer Zahl. Eine solche fand ich auch hier gleichwie am Kaibhölzli in den untern Sanden. Die höher liegenden Schichten sind mit Vegetation bedeckt. Ganz oben, auf der Höhencurve von 340 m. liegt dilu-

vialer Kies mit Lehm bedeckt. Es ist dies eine Kiesschicht, die sich von hier, immer in gleicher Höhe liegend, bis Binningen, oberhalb dem Hause genannt Waldeck, verfolgen lässt und an welche sich dort eine etwas tiefer gelegene, diejenige von St. Margarethen, anlehnt.

Von Oberwil bis Binningen ist das tertiäre Gestein nirgends ordentlich aufgeschlossen; Sande und Mergel lassen sich nur hin und wieder beobachten.

Bei Bottmingen hat man in frühern Zeiten, vielleicht schon im vorigen Jahrhundert, einen grauen Letten abgebaut und dabei ist *Ostrea cyathula* in grösserer Zahl zum Vorschein gekommen. Schon in Bruckner's Merkwürdigkeiten der Landschaft Basel vom Jahre 1761 ist sie sehr gut abgebildet; die Originale liegen noch im Basler Museum. Knorr hat sie dann in seiner Naturgeschichte der Versteinerungen 1768 schlecht nachgezeichnet. Wir finden später bei Goldfuss[1]) auch Bottminger-Exemplare sehr gut abgebildet; er nannte sie *Ostrea crispata.* Peter Merian bezeichnete gewisse Varietäten mit verlängertem und gebogenem Schlossfeld *Ostrea arca.*

Die Lettengruben von Bottmingen befanden sich, wie ich durch Nachfragen erfahren konnte, nordwestlich vom Dorfe, auf der linken Seite des Birsig, oberhalb der Strasse Oberwil-Binningen, am Eingang in den sog. Fuchshag auf 320 m.; noch heute heisst die Stelle „in den Lettengruben"; sie ist mit Wald bewachsen, doch die Bodenoberfläche lässt die ehemaligen Gruben noch erkennen. Es besteht kein Zweifel, dass die Letten von Bottmingen mit Ostrea cyathula derselben Schicht angehören wie diejenigen von Oberwil und Therwil, und dass sie daher wie jene den Cyrenenmergeln und nicht

---

[1]) A. Goldfuss, Petrefacten Deutschlands, II. Theil, Taf. 77, fig. 1.

dem Meeressand, wie bisher immer angenommen wurde, zugetheilt werden müssen. Die ganze Mächtigkeit der Cyrenenmergel zwischen dem blauen Letten (Septarienthon) und der Schicht mit Ostrea cyathula beträgt bei Therwil ca. 20 m. Nehmen wir als obere Grenze des blauen Lettens bei Binningen die Höhencurve 290, wie dies z. B. bei der Thonwaarenfabrik Allschwil der Fall ist, so liegen die Letten mit Ostrea cyathula bei Bottmingen 30 m. über jenem, und bei gleichbleibender Neigung der Schichten ergibt sich wieder eine Mächtigkeit von 20 m. für die Cyrenenmergel in der Gegend von Bottmingen und Binningen.

Ausser der Ostrea cyathula führt Peter Merian von Bottmingen noch an:

Cerithium plicatum Lam.
Balanus miser Lam.
Mytilus acutus Mer.

Letzterer, in unserer Sammlung liegend, zeigt nur die Aussenseite der linken Schale und ist etwas zerdrückt, so dass es fraglich ist, ob er vielleicht nicht einer schon beschriebenen Art angehört. Das Gestein, in welchem derselbe liegt, ist ziemlich dunkel blaugrün, so dass es unserm blauen Letten in der Farbe sehr ähnlich sieht, doch enthält es zahlreiche Trümmer von Cerithien, Hydrobien und Zweischalern, was im blauen Letten nie der Fall ist. Von Pflanzen fanden sich:

Myrica salicina Ung.
Quercus chlorophylla Ung.
Ilex stenophylla Ung.

Gestützt auf all' die genannten Fossilien, wäre man durchaus nicht gezwungen, wenn auch die stratigraphischen Verhältnisse nicht so klar liegen würden, ein höheres Alter für die Letten von Bottmingen, als das der Cyrenenmergel, anzunehmen.

Auch an andern Orten kommt Ostrea cyathula in den Cyrenenmergeln vor, wie z. B. bei Kolbsheim bei Strassburg u. a. m. (Sandberger, die Conchylien des Mainzer Tertiärbeckens, pag. 379); sie ist also durchaus kein Leitfossil des Meeressandes, insbesondere für unsere Gegend, wo meines Wissens weder bei Stetten, noch Dornach, noch Aesch etc. eine Ostrea cyathula gefunden wurde. Auch bei Brislach liegen die Letten mit Ostrea cyathula, wie früher schon erwähnt, derart, dass sie die Fischschiefer überlagern.

Ausser bei Bottmingen ist die Ostrea cyathula auf der Westseite des Birsigthales nirgends mehr gefunden worden, doch treten in der Nähe von Biel auf der Höhencurve 340 m. graugrüne Letten auf, welche genau im Niveau der Austern führenden Letten von Therwil liegen; ich nehme sie als denselben angehörend an, wiewohl bis jetzt die Ostrea cyathula nicht darin gefunden wurde.

Gegen das Birsthal und in diesem selbst tritt die Ostrea cyathula an verschiedenen Stellen auf. So z. B. südöstlich vom Schlatthof, am Südostrand des Hügels, in einem Rebberge, ca. 1 Kilometer westlich von Aesch auf 330 m. Sie liegt hier wie bei Therwil im grauen Letten eingebettet und ist überlagert von diluvialem Kies. 300 m. nördlich dieser Stelle treten am Fuss des Hügels auf 320 m., also unter der Schicht mit Ostrea cyathula, grauer Sand und Sandsteinknauer zum Vorschein. Letztere enthalten viele Blattreste, besonders Cinnamomum Scheuchzeri Heer. und Cinnamomum lanceolatum Ung., ferner die Steinkerne von Zweischalern, wahrscheinlich Corbulomya und Thracia angehörend.

Weitere 500 m. nördlich letztgenannter Stelle an der Nordostecke des Hügels vom Schlatthof und südwestlich Reinach stehen in einer kleinen Sandgrube dieselben Sande und schieferigen Sandsteine mit Ceri-

thien und Blattresten (Cin. Scheuchzeri Heer.) wie bei Therwil und Oberwil an und wenig höher gegen Westen hin im sog. Leu (sollte heissen Lei = Lett oder Lehm(liegt in graugrünem Letten mit kleinen, weisslichen Kalkconcretionen *Ostrea cyathula* auf 320 m.

Bei Dornachbrugg am linken Ufer der Birs, unmittelbar unter der Wuhrbaute, liegt *Ostrea cyathula* am Flussniveau, bei hohem Wasserstand nicht sichtbar, in grauem, weichem Sandstein auf 280 m., eine ächte Bank bildend. Ueber derselben liegen ca. 7 m. hoch entblösst Schichten von Sand, Sandsteinen und Knauern mit ca. 10° N.-O. fallend, reich an Pflanzenresten, Stengeln, und Blättern, wie übrigens schon die an der Basis liegende Austernbank solche enthält. Es ist dies die vielerorts erwähnte Blättermolasse von Dornach, die als Süsswasserbildung zur untern Süsswassermolasse gestellt wurde. Möglicherweise ist die über der Austernbank gelegene Parthie eine Süsswasserbildung und gehört wie vielleicht auch die an andern Orten über der Ostrea cyathula gelegenen fossilleeren Schichten zum obersten Oligocän oder Untermiocän, (nach Mayer oberes Aquitan,) also vielleicht zu Sandbergers Cerithien- und Landschneckenkalk oder Blättersandstein. Die bis jetzt gefundenen Pflanzenreste sind folgende:

Sabal major Ung.
Salix angusta A. Br.
Cinnamomum polymorphum A. Br.
„ Scheuchzeri Heer.
„ lanceolatum Ung.
(?) Labatia salicites Web.
Rhamnus Rossmässleri Ung.
Cassia ambigua Ung.

Vergleicht man die Höhenlagen der Schicht mit Ostrea cyathula am Stutz bei Therwil, am Leu (Lei) bei

Reinach und bei Dornachbrugg untereinander, so ergibt sich, dass die Schicht in östlicher (genauer in nordöstlicher) Richtung, gegen das Birsthal unter einem Winkel von beinahe 4⁰ sich senkt. Dieses östliche Einsinken der tertiären Schichten zwischen Birsig und Birs lässt sich auch bei Therwil beobachten, es zeigt sich dasselbe noch stärker bei Bottmingen, gegenüber den vorhin erwähnten Lettgruben, im sogenannten Gemeindeholz, wo gelber Sand und grauer Sandstein von diluvialem Kies überlagert mit ca. 10⁰ gegen N.-O. einfallen und von grüngrauen Letten unterlagert sind.

Am Schlusse unserer Betrachtungen über die Cyrenenmergel angelangt, will ich noch erwähnen, dass sich die *Ostrea cyathula* auch nördlich von Arlesheim ob den Reben in der Rüti, am Wege nach dem Reichensteinerschloss auf 380 m. in gelbem, thonigem Sand vorfindet. In der thalartigen Mulde, südlich dieser Stelle, hat sich eine gerollte, abgeschliffene *Ostrea callifera* gefunden. Der Meeressand scheint demnach auch hier in der Tiefe und höher oben gegen den Berg hin sich vorzufinden. In den Arlesheimer Reben steht da und dort graue Molasse an, wie wir sie weiter im Westen zwischen Birs und Birsig über der Schicht mit Ostrea cyathula finden. Die tertiären Bildungen scheinen demnach hier östlich von der Birs noch mit erheblicher Mächtigkeit vorhanden zu sein und unter ziemlich starkem Winkel gegen die Birs hin einzufallen.

---

3. Miocäne Ablagerungen.

Wie schon wiederholt erwähnt liegen über den Letten mit Ostrea cyathula graue Sande und Sandsteine, in welchen bis jetzt keine andern Fossilien als Blattreste (Dornach) gefunden worden sind. Ihr Alter ist daher unbestimmt. Vielleicht gehören sie z. Th. noch zu den oligocänen Ablagerungen (Cyrenenmergel); möglicherweise sind sie aber schon untermiocän. Sie erreichen oft eine erhebliche Mächtigkeit, wie z. B. am Rebberg westlich Reinach 40 m.; bei Therwil 20 m. Hiezu rechne ich auch die grauen, glimmerreichen Sande mit weissen Kalkconcretionen und einzelnen Knauern von Sandstein ob Biel und Benken.

Wohin die Mergel, Sande und Sandsteine von Liebenzweiler, Hagenthal, Neuwil, Hägenheim gehören, habe ich bis jetzt nicht ergründen können. Jedenfalls nicht zum Meeressand, wie Delbos und Köchlin (Description géol. et minéralog. du départ. du Haut-Rhin) annehmen und wie Andreae (Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs) auch glaubt. Mir scheint dies Gestein den Cyrenenmergeln anzugehören. Ueberall fallen die Schichten an den letztgenannten Orten schwach gegen Norden oder Nordosten. Von Fossilien konnte ich bis jetzt nur einzelne Blätter, die bezüglich des Alters eben nicht viel zu sagen haben, auffinden. Solche fand ich oberhalb Liebenzweiler auf der Höhe von 395 m. am Südrand des „Eichwaldes“ in einem mürben grauen Sandstein. Es sind dies:

Alnus cf. nostratum Ung.
Cinnamomum polymorphum A. Br.
„ Scheuchzeri Heer.
„ Buchi Heer.
„ spectabile Heer.
Salix sp.?

Auffallend ist das Vorherrschen der breiten und das Zurücktreten der schlanken Zimmtblätter. Es scheint mir dieser Umstand auf ein jüngeres Alter als Meeressand und Septarienthon, also als Mitteloligocän hinzudeuten, in welchen eben genannten Ablagerungen, wie wir gesehen, Cinnamomum Scheuchzeri und Cinnamomum lanceolatum entschieden dominiren. (Vergleiche auch Andreae, Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs, II. Theil, pag. 173.)

Als oberste und jüngste Bildung der tertiären Ablagerungen finden wir südlich von Basel Süsswasserkiesel von Faust- bis Kopfgrösse, braun, grau, oder auch röthlich gefärbt, z. Th. porös, z. Th. compact, mit glattem, ebenem oder flachmuscheligem Bruch. Sie werden von der Landbevölkerung als Feuersteine bezeichnet und enthalten Limneen und Planorben. Von letztern fanden sich in unserer Museums-Sammlung bestimmt:

Planorbis declivis A. Braun.

„ cornu (?) Brong.

Diese Süsswasserkiesel finden sich besonders zahlreich bei Therwil auf dem südlichen Theil des Bruderholzhügels, im sog. Fichtenrainholz, im Hinterbergholz, im Froloh und in der Allmend; ferner auch südlich von diesen Stellen auf dem Hochfeld im sog. Löli und dann oberhalb Benken ob den Reben gegen Neuwil. Von Albrecht Müller (Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 1te Lieferung) werden sie auch von Klosterfichten (auf der Bruderholzhöhe südlich Basel) erwähnt. Sie würden dort, sofern sie wirklich anstehend sind, wohl 30–40 m. tiefer liegen als bei Therwil, was aber nicht befremdend ist, da sich die Schichten in nordöstlicher Richtung einsenken.

Die Süsswasserkiesel scheinen in gelben bis grauen

thonigen Mergeln eingebettet zu sein; ein deutlicher Aufschluss zeigt sich leider nirgends. Sandberger stellt sie in den Horizont der *Helix Ramondi* und *Helix rugulosa* wie den Süsswasserkalk von Tüllingen, also in das untere Miocän, in den Landschnecken- und Cerithienkalk.

Die Süsswasserkiesel finden sich vielfach zerstreut in jüngern tertiären und in diluvialen Bildungen.

So fand ich sie nicht selten in der Nagelfluh vom Steinbühl ob Breitenbach, sowie in der Nagelfluh bei Girlang (Girlend) zwischen Erschwil und Beinwil.

Sandberger (die Land- und Süsswasserconchylien der Vorwelt, pag. 449) erwähnt Süsswasserkiesel bei Breitenbach, wo sie in Blöcken auf den Feldern liegen. Diese Süsswasserkiesel stammen wie viele andere Geschiebe der Felder von Breitenbach-Brislach ohne Zweifel aus der Nagelfluh, welche die Anhöhe zwischen Breitenbach und Meltingen wenigstens theilweise deckt und welche wie das unterliegende tertiäre Gestein nordnordwestlich einsinkt. Sie steht nicht weit ob Breitenbach an der Strasse nach dem Steinbühl auf 490 m. an und enthält dort wie bei Steinbühl Süsswasserkiesel mit Planorben gleich denjenigen vom Bruderholz südlich Basel.

Ohne einer eingehenderen Untersuchung der tertiären Geröllablagerungen im Gebiete unseres Jura vorgreifen zu wollen, will ich hier nach meinen bis jetzt über dieselben gemachten Beobachtungen nur kurz Folgendes hervorheben:

Die Nagelfluh von Steinbühl-Breitenbach, sowie von Girlang enthält nebst den Süsswasserkieseln auch Gerölle von Buntsandstein, welche auf einen Transport von Norden hinweisen. Sie enthält aber auch alpine Kalke, Gerölle, die dem Urgon und Seewerkalk entstammen, wie sie typisch in der Gegend des Vierwaldstättersee's anstehen (Mittheilung von Prof. Dr. C.

Schmidt). Diese deuten auf einen Transport von Süden. Ausserdem kommen Quarzporphyre vor, welche dem Schwarzwald oder den Vogesen entstammen können; ähnliche finden sich aber auch in der subalpinen Nagelfluh. Dass Gerölle von Jurakalk vorhanden sind, wird nicht befremden.

In der Nagelfluh von Sorvilier fehlen die Süsswasserkiesel und Buntsandsteine, einzig ein Porphyr der bis jetzt nur in wenigen Exemplaren gefunden, zeigt Uebereinstimmung mit dem „*Porphyr brun*“ (Elie de Beaumont) wie er in den Vogesen am Rothhüttl ob Oberburbach vorkommt und deutet möglicherweise auch auf Zufuhr von Norden. Jurakalksteine (weisser Jura) und tertiäre Süsswasserkalke aus der Stufe von Greppin's Delémontien stammend, von Pholaden häufig angebohrt, sind entgegen Studer (Geologie der Schweiz, 2. Band, pag. 360) nicht selten; doch im Ganzen zeigt die Nagelfluh in Uebereinstimmung mit Studer bezüglich ihrer Zusammensetzung grosse Aehnlichkeit mit der subalpinen.

Die Geröllablagerung vom Bois de Raube hinter Delsberg besteht wesentlich aus Vogesengesteinen.

Wir haben also im Jura, *erstens* tertiäre Geröllablagerungen, die zum grössten Theil vom Norden, den Vogesen hergebracht wurden (Bois de Raube), *zweitens* solche, die wesentlich vom Süden, aus dem Gebiet der Alpen stammen (Sorvilier), *drittens* solche, die sowohl vom Norden als vom Süden her zusammengetragen wurden (Steinbühl-Girlang) und endlich *viertens* solche, die nur im Jura ihren Stammort haben (Kalkconglomerate der Bohnerzstufe und des Tongrien).

Greppin (Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz, 8te Lieferung) lässt mit Ausnahme der Kalkconglomerate, die Nagelfluh des Jura von den Vogesen und dem

Schwarzwald herkommen und Früh[1]) spricht es ihm getreu nach, trotzdem Studer für Sorvilier dunkle Alpenkalksteine erwähnt. Studer sagt aber nicht, diese Alpenkalksteine seien in auffallend geringer Anzahl vertreten, wie Früh falsch citirt und dann den Stammort dieser angeblich wenigen dunkeln Kalke im Purbeckien des mittlern und südlichen schweizerischen Jura sucht.

Ausser den Süsswasserkieseln gehören zum Untermiocän graue Mergel mit *Helix rugulosa* Mart., die beim Graben eines Brunnens im St. Albanthal (P. Merian, Verhandlungen der naturf. Gesellschaft in Basel, 1ter Band, 1tes Heft, pag. 94) zum Vorschein gekommen sind; ferner der Süsswasserkalk zwischen St. Jakob und Brügglingen (P. Merian, Bericht über die Verhandlungen der naturf. Gesellschaft in Basel III., 1836—1838, pag. 39) mit *Chara Meriani* A. Br.

Auch an der Birs, zwischen Mönchenstein und Dornach, westlich der Hofmatt, steht Süsswasserkalk an, der mit 10^{0} N.-O. einfällt und der wahrscheinlich auch dem Horizont der Helix rugulosa angehört.

Bei seinen Untersuchungen für den Bohrversuch bei Bettingen hat Herr Dr. V. Gilliéron am rechten Ufer des Rheines in der Nähe vom Hörnli, gegenüber vom Birsfeldhof, in beinahe horizontaler Lage einen Süsswasserkalk entdeckt, der petrographisch durchaus mit dem von Tüllingen übereinstimmt. Auch sah ich aus demselben Gestein in seiner Sammlung eine *Helix* cf. *phacodes* Thom., die an andern Orten im gleichen Horizonte vorkommt, sowie zahlreiche Samen von *Chara Meriani* A. Br.

Nach all dem Gesagten scheint der Boden im Gebiet der Birs von Dornach bis Birsfelden und vielleicht

---

[1]) Beiträge zur Kenntniss der Nagelfluh der Schweiz, pag. 116 ff.

noch weiter nördlich bis Lörrach tiefer gesunken zu sein, als westlich der genannten Linie. Doch deutet nichts auf eine Verwerfung, sondern blos auf ein stärkeres Einsinken.

Das Vorkommen von Helix rugulosa im St. Albanthal scheint dafür zu sprechen, dass im östlichen Theil der Stadt Basel die obern Tertiärschichten dem Untermiocän angehören, während die Fundamente der Wettsteinbrücke noch auf dem blauen Letten, dem Mitteloligocän stehen, wie die in demselben liegenden Foraminiferen beweisen. Die Fundamente der Eisenbahnverbindungsbrücke an der Birsmündung scheinen auf Süsswassermergeln zu ruhen, wie die im Museum liegenden Gesteinsproben zeigen. Peter Merian (Verhandl. der naturf. Gesellschaft, 5ter Band, pag. 390. Vorarbeiten für die Eisenbahnverbindungsbrücke) erwähnt graue, z. Th. gelbe und röthliche Mergel, also nicht blaue Mergel.

Auf ein tieferes Einsinken gegen die Birs hin deuten ja auch die früher erwähnten Sandsteinbänke im Rhein unterhalb der Wettsteinbrücke, die mit 15° gegen O.-S.-O. einfallen und ebenso, wenn auch nicht so deutlich, die bei der Birsigkorrektion in der Steinenvorstadt zu Tage getretenen Schichten, die mit 15° gegen O.-S.-O. sich einsenken.

Interessant sind die Aufschlüsse an den beiden Ufern des Rheines in der Gegend vom Hörnli, die aber nur bei ganz niedrigem Wasserstande sichtbar sind. (Siehe V. Gilliéron: Sur un sondage de sel gemme. Compte rendu des travaux présentés à la soixante-douzième session de la société helvétique des sciences naturelles réunie à Lugano. Archives des sciences physiques et naturelles. Octobre-Novembre 1889, und Dr. V. Gilliéron: Ein Bohrloch bei Basel. Verhandlungen der naturf. Gesellschaft in Basel, IX. Bd.) Man sieht dort Muschelkalk, Keuper, Lias vertical stehend. Nach einer kleinen

Unterbrechung folgt das Tertiär ebenfalls vertical gestellt, das dann später (nur auf dem rechten Ufer sichtbar) in beinahe horizontale Lage übergeht.

Ueberall im Birseck, wo das Tertiärgestein in der Nähe des Jura zu Tage tritt, zeigt sich concordante Lagerung; nirgends zeigt sich wirkliche Verwerfung der Schichten, sondern eine Verwerfung ohne Bruch, eine Abbiegung, eine sog. Flexur. Alles deutet darauf hin, dass in nicht grosser Entfernung von der Abbiegungsstelle die Schichten auch in der Tiefe wieder in mehr oder weniger schwach geneigte Lage übergehen.

---

4. Jungtertiäre Ablagerungen.

(Pliocaen?)

Gibt es in unserer nächsten Umgebung tertiäre Ablagerungen, die jünger sind, als die oben beschriebenen, die dem obern Miocän oder dem Pliocän angehören, Ablagerungen, die kurzweg als praeglacial bezeichnet werden dürften?

Auf den Tertiärhügeln des Oberelsass, südwestlich von Basel, liegen Geröllmassen, die schon Elie de Beaumont als zum Obertertiär gehörend bezeichnet hat. Delbos und Köchlin in ihrer Description géologique du Départ. du Haut-Rhin, stellen dieselben wie die der Rheinebene zum *Diluvium rhénan.*

Die höchst gelegene dieser Geröllbildungen findet sich auf dem Bergrücken zwischen Oberhagenthal und Bettlach auf 520—525 m. Die Ablagerung, 4—5 m. mächtig, ruht auf tertiären gelben Mergeln; sie enthält kein einziges Kalkgeschiebe, die Feldspathgesteine sind derart verwittert, dass es unmöglich ist, sie zu erkennen; einzig erkenntlich sind Gerölle von Buntsandstein; die Hauptmasse der ganzen Kiesschicht bilden Quarzite und Quarzsandsteine verschiedenster Art. Auffallend sind zahlreiche, zersetzte Gerölle von weissgrauer oder gelblicher fein spongiöser Masse, welche aus Kieselerde besteht. Diese Gerölle zeigen eine gelbliche glatte Oberfläche, sind sehr leicht, und erhalten, wenn sie feucht sind, durch den Schlag mit dem Hammer ein Loch ohne zu zerfallen.

Das Bindemittel der Gerölle ist ein reichliches, lockeres, gelbes, thonig sandiges. Die grössern Gerölle erreichen in der Länge, Breite und Höhe 25, 20 und 15 Centimeter. Sämmtliche sind gut gerundet, einzelne ganz flach wie ächte Flussgeschiebe.

Ungefähr auf gleicher Höhe dieser Kiesablagerung, getrennt durch das breite Leimenthal, findet sich südlich der Landskrone, auf dem St. Annafeld bei Mariastein und auf dem Berg zwischen Hofstetten und Bättwil im „Unter-Eichwald“, auf 510—515 m., ein Rest einer ähnlichen Geröllbildung. Gut gerundete Quarzite und Buntsandsteingerölle liegen auf den Aeckern in ziemlich beschränkter Verbreitung. Beide Stellen sind getrennt durch das tief eingeschnittene Thal Mariastein-Flühen.

Es ist für mich keine Frage, dass dieser Rest einer einst bedeutendern Geröllbildung, die hier auf Korallenkalk aufliegt, zur gleichen Zeit abgelagert wurde, wie diejenige von Oberhagenthal und vielleicht ein und demselben Flussbett angehörte.

Unten im Leimenthal liegen auf den Feldern überall vereinzelt gut gerundete Quarzite von Faust- bis Kopfgrösse, die unzweifelhaft diesen hochgelegenen Kiesablagerungen entstammen. Im Bahneinschnitt bei Witterswil liegt unter dem diluvialen Lehm und über dem tertiären Letten eine kleine Geschiebebildung, bestehend, in Folge kurzen Transportes, aus schlecht gerollten Juragesteinen; vereinzelt finden sich aber darin die stark gerollten Buntsandsteine und Quarzite von Hofstetten und Mariastein.

Bei Oberwil, im Stallen, liegt auf 330 m. eine Kiesgrube in ächtem diluvialem Rheinkies mit alpinen, jurassischen und Schwarzwald-Gesteinen. Die Decke dieser Kiesschicht wird gebildet durch eine 1—1½ m. mächtige Schicht von Jurakalkgeschieben, die meist nur nussgross und weniger gerundet sind, als die untenliegenden Rheingeschiebe. Unter diesen Jurageschieben finden sich wieder ganz vereinzelt die Quarzite und Buntsandsteingerölle der oben erwähnten Ablagerungen von Hofstetten

und Mariastein. Das höhere Alter dieser letztern gegenüber der das Bruderholz südlich Basel bedeckenden Kiesschicht (denn zu dieser gehört der Kies bei Oberwil) ist somit ausser Zweifel.

30 m. tiefer als bei Oberhagenthal, nämlich auf 490 m. liegt bei Bettlach eine zweite Geröllbildung von gleicher Beschaffenheit wie die erst beschriebene. Auch hier sind sämmtliche Feldspathgesteine vollkommen zersetzt, auch hier jene zersetzten Gerölle mit spongiöser Struktur, keine Kalkgeschiebe, doch wieder ächter Buntsandstein und die vielen Abänderungen von Quarziten und Quarzsandsteinen. Unter den Quarziten finden sich solche mit muscheligem, fast ebenem Bruch von grünlicher Farbe und fettglänzend; ferner mattschwarze, die von ferne einem dunkeln alpinen Kalk ähnlich sehen. Diese Kiesschicht von Bettlach tritt auch westlich Oberhagenthal, am Wege nach Bettlach, auf derselben Höhe von 490 m. am Waldessaum zu Tage.

Eine dritte, weit ausgedehntere Kiesschicht als die beiden vorhin genannten und wieder 30 m. tiefer gelegen, nämlich auf 460 m., erstreckt sich von Volkensburg über Cäsarhof nach Werenzhausen. Bei Volkensburg ist oben im Dorfe eine Kiesgrube eröffnet. Die Erscheinungen sind hier genau dieselben, wie an den früher genannten Orten. „S'isch olles fül“ (es ist alles faul) sagen die Arbeiter, wenn man in einer solchen Kiesgrube die Gesteine zerklopft.

Endlich eine vierte Ablagerung gleicher Art findet sich bei Neuwil (Neuweiler), sowohl gegen Benken als gegen Schönenbuch sich erstreckend und auf dem Tertiär aufruhend. Diese liegt aber 60 m. tiefer als diejenige von Volkensburg; sie findet sich nämlich nur auf 390—400 m. Hier ist die Erscheinung um so auffallender, indem in geringer Entfernung bei Schönenbuch und

Wenzweiler auf 360 m. Kies mit alpinen und jurassischen Kalkgesteinen, Schwarzwaldporphyren und -Graniten ansteht, ganz gleich wie an der oben erwähnten Stelle bei Oberwil auf 330 m. Wenn auch einzelne Feldspathgesteine verwittert sind, wie das ja auch in den tiefer gelegenen Geröllablagerungen der Rheinebene vorkommt, so sind doch sehr viele gut erhalten.

Von den vier genannten Geröllablagerungen ist offenbar die oberste die älteste und die unterste die jüngste. Die Verticaldistanz beträgt für die drei obersten Schichten je 30 m., für die unterste und für die zunächst über ihr gelegene 60 m. Die Mächtigkeit der Schichten varirt von 4—5 m. Ueberall sieht man sie auf Tertiärgestein, Sandstein oder Sand und Mergel aufliegen. Wenn auch die Auflagerung nicht direkt sichtbar ist, wie z. B. bei Bettlach und Volkensburg, so ist das Gestein doch in nächster Nähe anstehend. Auch nach dem Grade der Zersetzung der Gesteine erscheint die oberste Ablagerung bei Hagenthal als die älteste und die unterste bei Neuwil als die jüngste. Während man bei Neuwil oft noch erkennen kann, dass das Feldspathgestein ein Porphyr, ein Gneiss oder Granit war, ist dies für Hagenthal nicht mehr möglich.

Ob die nordwestlich von Volkensburg bei Knörringen, Berenzweiler, Hundsbach, sowie im Illthal bei Roppenzweiler, Hirsingen, ferner bei Feldbach, Heimersdorf vorkommenden Geröllablagerungen, deren Höhenlage eine tiefere ist als diejenige bei Volkensburg, ja theilweise als bei Neuwil, zu derjenigen von letzterm Orte, sowie von Volkensburg-Werenzhausen gestellt werden müssen, bin ich nicht sicher. Es wäre möglich, dass eine spätere Dislocation jene Geröllbildungen in eine etwas tiefere Lage gebracht hat; denn verfolgt man die unzweifelhaft dem Rheindiluvium angehörenden Kies-

bänke in den kleinen Thaleinschnitten, die südlich Häsingen, Hägenheim, Allschwil in die Rheinebene ausmünden, so will es scheinen, als ob die Geröllschichten von Süden nach Norden, also gegen das Rheinthal um Weniges sich einsenken würden.

Im Thal der Ill ist die Erscheinung eine ähnliche wie auf den Höhen östlich demselben; doch findet man dort hin und wieder ein Kalkgeschiebe, so bei Roppenzweiler, bei Feldbach, bei Heimersdorf (weiter westwärts bin ich bis jetzt nicht gekommen). Besonders auffallend sind gelblich graue Kalke mit sich kreuzenden Spaltflächen, die an der Oberfläche elliptische Figuren bilden; es sind dieselben, die ich auch in der ostschweizerischen subalpinen Nagelfluh beobachtet habe. Als Gesteine, die ebenfalls in der subalpinen Nagelfluh vorkommen, sind noch zu erwähnen: blutrothe Hornsteine und rothe Verrucanoartige Gesteine, die nach Früh[1]) dem alpinen Buntsandstein des Vorarlbergs entstammen sollen. Dieselben letztgenannten Gesteinsarten kommen aber auch bei Hagenthal, Bettlach, Volkensburg, Neuwil vor, sowie in dem tiefer gelegenen ächten Rheindiluvium. Verrucano des Sernftgebietes finden sich nur in letzterem.

Nach Delbos und Köchlin scheinen bei Nieder-Sept (Seppois le bas) die Kalkgeschiebe häufiger zu sein als an den östlich gelegenen Orten. Dass dieselben auch an diesen ursprünglich nicht fehlten, sondern durch die Einwirkung der Atmosphärilien verschwunden sind, obwohl in viel ältern Geröllablagerungen (Steinbühl, Sorvilier) die Kalkgesteine noch vorhanden sind, will ich nicht bezweifeln, daraufhin deuten die vollkommen zersetzten Feldspathgesteine, sowie gewisse ausgefressene Quarzite,

---

[1]) Dr. J. J. Früh: Beiträge zur Kenntniss der Nagelfluh der Schweiz, pag. 33.

die Kalkspath führten. Thatsache aber ist, dass wir westlich und südwestlich von Basel zweierlei durch ihre gegenwärtige Zusammensetzung verschiedene Geröllablagerungen haben. Die eine kalkarme oder sogar kalkfreie mit stark zersetzten Feldspathgesteinen, wesentlich nur aus Quarziten bestehende, behauptet den höhern Theil der oberelsässischen Hügel und zieht sich von Neuwil (390 m. unterstes Niveau) westwärts über das Thal der Ill bis Montbéliard (Delbos und Köchlin); die andere, an Kalkgeschieben und unzersetzten Feldspathgesteinen reiche, geht nur bis 360 m. (Wenzwil) und zieht sich von dort nordwärts in der Richtung des jetzigen Rheinthales gegen Blotzheim-Bartenheim. Auf der gesammten Hügelfläche zwischen den drei Punkten Bartenheim-Altkirch-Mülhausen findet sich keine Geröllablagerung, immer liegt der Lehm oder Löss unmittelbar auf dem Tertiärgestein.

Die beiden, mit gegenwärtig in ihrer Zusammensetzung verschiedenartigen Geröllmassen bedeckten Gebiete sind somit, wenigstens theilweise, durch ein mit Geröllen unbedecktes Gebiet geschieden.

Es muss also vor der Erosion der Thäler des oberelsässischen Hügellandes eine Strömung, ein Rhein bestanden haben, der von Basel westwärts über Pfirt nach dem Saônegebiet sich bewegte und der erst später seinen heutigen Weg nach Norden genommen hat. Das letztere geschah in der Diluvialzeit und dass das erstere vor der Diluvialzeit geschehen, dafür haben wir allerdings keine positiven Beweise, keine Fossilien, doch sprechen so viele Erscheinungen dafür, dass Niemand daran gehindert wird, die Annahme zu machen.

Dass die beiden Ablagerungen in ihrer Zusammensetzung mehr quantitativ als qualitativ sich unterscheiden,

kann nicht befremden, da der Ursprungsort für beide offenbar derselbe war.

Von der Obermiocänzeit an durch das ganze Pliocän war unser Gebiet Festland und warum könnten die ältern, so stark zersetzten Ablagerungen nicht der einen oder andern dieser Epochen angehören? Weitere Untersuchungen, die vielleicht positivere Resultate zu Tage fördern, mögen diese Frage entscheiden.

Bemerkungen zur Profiltafel.

Das beigegebene geologische Profil soll eine Uebersicht über die Lage und Stellung unserer Tertiärschichten, sowie derjenigen des anschliessenden Jura südlich von Basel, geben.

Der Massstab beträgt 1 : 25 000 sowohl für die Höhen wie für die Längen.

Das Profil beginnt links, an seinem südlichen Theile mit dem Dorfe Blauen und führt in nahezu nördlicher Richtung nach Basel. Da das Einfallen der Schichten, besonders der tertiären, eher ein nordöstliches als nördliches ist, so mag der eingezeichnete Neigungswinkel etwas zu schwach sein. Einzig von der „Ziegelei Allschwil“ an läuft die Profillinie in nordöstlicher Richtung, ansonst der Rhein in allzu grosser Entfernung erreicht worden wäre.

Die dargestellte Parthie des Jura habe ich der geologischen Karte des Kantons Basel, aufgenommen von Prof. Dr. Alb. Müller, entnommen; einzig die Neigungswinkel der betreffenden Schichten wurden, so gut dies möglich war, nachgemessen.

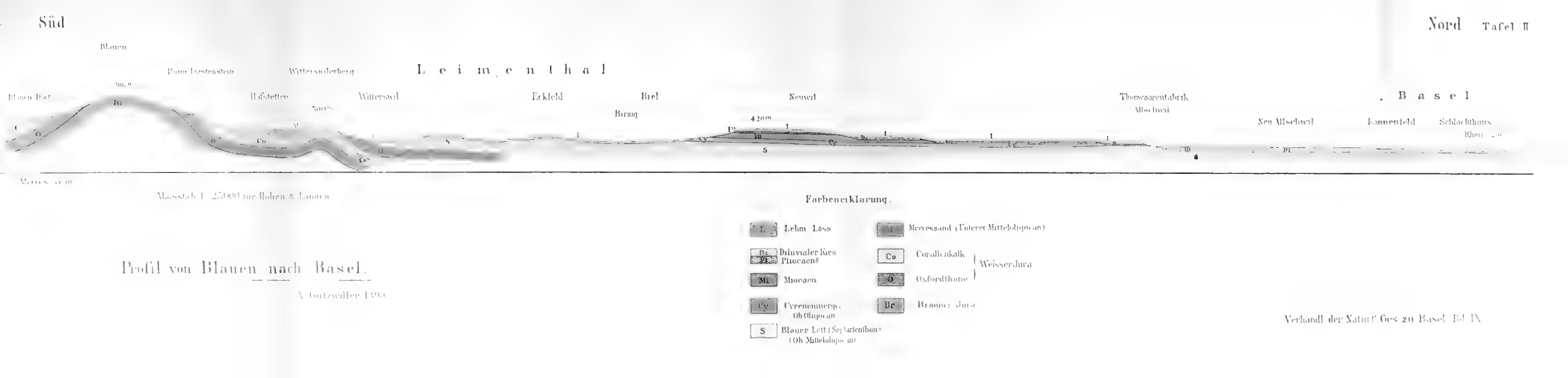
Von den zwischen der Rheinebene und dem Leimen-

Uebersicht der Tertiärbildungen in der Umgebung von Basel.

? Pliocän.			Geröllablagerungen von Hagenthal, Bettlach, Volkensburg, Neuwil, Mariastein, Hofstetten.
Miocän.	Ober.		fehlt.
	Mittel.		fehlt.
	Unter.		Süsswasserkiesel von Therwil, Benken, Klosterfichten. Süsswasserkalk und -Mergel von Tüllingen, St. Jakob, St. Alban, am Rhein beim Hörnli.
			Sande und Sandsteine über der Schicht mit Ostrea cyathula; Blättersandsteine von Dornach.
Oligocän.	Ober.	*Cyrenenmergel.*	**Letten** mit Ostrea cyathula. **Süsswasserkalk** mit Limneus, Hydrobia, Dreissenia, Chara. **Sande** und **Sandsteine** mit Cerithien, Sandbergeria, Turbonilla, Nematura, Scallaria, Corbulomya, Cyrena etc. Cinnamomum, Myrica etc.
	Mittel.	*Septarienthon.*	Blaue Letten mit Meletta, Foraminiferen, Amphisyle (von Brislach); Blättersandsteine.
		Meeressand.	Kalksandsteine und Conglomerate von Stetten, Dornach, Aesch, Ettingen, Witterswil, Bättwil, mit Ostrea callifera, Cinnamomum, Quercus, Daphnogene etc.
	Unter.	fehlt.	(Gyps von Zimmersheim, Melanienkalk von Mülhausen.)
Eocän.	Ober.		Bohnerzthone und Huppererde von Hofstetten und Witterswil.
	Mittel.		Süsswasserkalk von Hochwald (Hobel) mit Limneus pseudammonius.

thal eingetragenen Kiesschichten entspricht die zweithöchst gelegene derjenigen von Schönenbuch-Wenzwil (360 m.); sie ist an der Durchgangsstelle der Profillinie nirgends blosgelegt, doch deuten an einzelnen Orten zahlreiche Geschiebe auf ihr Vorhandensein. Diese Schicht ist die höchst gelegene mit leicht erkennbaren und häufig auftretenden Gesteinen der Alpen, des Jura und des Schwarzwaldes, sie ist somit die höchst gelegene unzweifelhaft diluviale Kiesablagerung.

Die oberste Kiesschicht des Profils, diejenige von Neuwil und der Anhöhe nördlich von Biel-Benken (390—400 m.), ist die unterste jener vielleicht pliocänen, vielleicht aber auch noch diluvialen Flussablagerungen mit fehlenden Kalkgeschieben und vollständig zersetzten Feldspathgesteinen; diejenige von Volkensburg (460 m.) liegt um 60 m., jene von Bettlach (490 m.) um 90 m. und endlich die von Oberhagenthal (520—525 m.) um 120 m. höher.



Süd
Nord
Tafel II
Blauen
Leimenthal
Witterswil
Hofstetten
Ettingen
Biel
Birsig
Neuwil
Thonwaarenfabrik Allschwil
Basel
Neu Allschwil
Kannenfeld
Schlachthaus
Farbenerklarung.
Lehm Löss
Diluvialer Kies
Pliocaen?
Miocaen
Cyrenenmergel Ob Oligocaen
Blauer Lett (Septarienthon) (Ob Mitteloligocaen)
Meeressand (Unterer Mitteloligocaen)
Corallenkalk
Oxfordthone
Weisser Jura
Brauner Jura
Profil von Blauen nach Basel.

Vorlesungsversuch über die Flüssigkeitshaut.

Von

Joh. Weinmann.

Wesen und Wirkung der Flüssigkeitshaut dürften durch folgenden einfachen Versuch sehr anschaulich dargethan werden. In irgend eine Flüssigkeit von genügender Viscosität, um einige Zeit haltbare Blasen oder Membranen bilden zu können, taucht man den weiteren Theil eines Glastrichters von 10—15 cm. Weite und zieht ihn vorsichtig so heraus, dass eine Flüssigkeitshaut die Trichteröffnung überspannend hängen bleibt. Diese Haut beginnt nun bei ruhiger, senkrechter Haltung des Trichters alsbald gegen die Verengung hin in demselben aufzusteigen in successive beschleunigtem Tempo, den bekannten Verdickungstropfen in der Mitte — oft von erheblichem Gewicht — mit sich ziehend. Am Eingang der Verengung bleibt die Haut dann stehen. Wenn die Haut etwa 2 cm. vom Rande emporgestiegen ist, gelingt es leicht eine zweite Membran anzubringen und dieser in genanntem Abstand selbst eine dritte nachfolgen zu lassen; mit vereinten Kräften steigen dann alle drei aufwärts, bis die oberste Haut in der Verengung angelangt durch ihre beträchtliche Gegenspannung Stillstand gebietet. Hebt man Letztere auf durch Zerstörung der obersten Haut, so bewegen sich die unteren Membranen

wieder aufwärts unter Wiederholung der eben genannten Erscheinung.

Verbindet man das engere Ende des Trichters, nachdem eine Flüssigkeitshaut am weiteren Theil angebracht ist, mit einem kleinen, Sicherheitsrohr-artigen Manometer, so lässt sich leicht der Druck der eingeschlossenen Luft und damit die Kraft veranschaulichen, mit der die Membran aufwärts strebt.

Es empfiehlt sich Anfangs den Trichter inwendig mit der Flüssigkeit zu benetzen, da sonst die ersten Membranen hiefür zu viel Flüssigkeit abgeben müssen und platzen. Zusatz einer stark fluorescirenden, aber wenig gefärbten Substanz (z. B. Fluoresceïn) macht die Membran durch den stärker leuchtenden Flüssigkeitsrand auf grössere Entfernung hin sichtbar. Als geeignete Flüssigkeiten empfehlen sich u. a. verdünnte Eiweisslösung oder mit Glycerin versetzte Lösung möglichst reiner Oelseife (ölsaures Natron), wie z. B. Terquem's Flüssigkeit.

Da die Flüssigkeitshaut in cylindrischen, weiten Röhren nicht aufsteigt, in verschieden stark conischen Gefässen sich mit verschiedener Geschwindigkeit der Schwere entgegenbewegt, lässt sich der Versuch manigfach variren und so die Erklärung erleichtern, welche sich übrigens durch Zusammenstellung bereits bekannter Thatsachen ergiebt.

Geologische Mittheilungen aus der Umgebung von Lugano.

Excursionsgebiet der schweizerischen geologischen Gesellschaft vom 9. bis 15. September 1889.

Mit 1 Tafel.

Von

C. Schmidt und G. Steinmann.

I. Verzeichniss der wichtigsten geologischen Literatur des Excursionsgebietes.

Von

C. Schmidt.

(Ausführlichere Literaturverzeichnisse finden sich bei Hauer [cit. 20] und bei Taramelli [cit. 35]).

---

1. 1827. Buch, L. v. Ueber einige geognost. Erscheinungen in der Umgebung des Lugano-Sees. — Leonhard, Zeitschrift f. Min., p. 289—300. — Abh. d. kgl. preuss. Ak. d. W. Bd. V. (mit geol. Karte).

2. 1827. Buch, L. v. Ueber die Lagerung des Melaphyrs und Granits in den Alpen von Mailand. — Abh. d. kgl. preuss. Ak. d. W., p. 205.

3. 1827. Buch, L. v. Sur quelques phénomènes que présente la position relative du porphyre et des calcaires dans les environs du lac de Lugano. — Ann. Sc. nat., T. X, p. 201.

4. 1829. Buch, L. v. Carte géologique des pays compris entre les lacs d'Orta et de Lugano. — Ann. Sc. nat., T. XVIII.

5. 1830. Buch, L. v. Geognostische Karte der Gegend zwischen Orta- und Lugano-See. — Leonhard und Bronn. Jahrb., p. 320.

6. 1833. Studer, B. Nouvelles recherches sur les cantons de la Valteline et Tessin. — Bull. Soc. géol. France, 1re sér., t. IV, p. 54.

7. 1833. Hoffmann, Fr. Observations faites avec M. Escher fils sur les porphyres du bord méridional des Alpes dans le canton du Tessin. (Observations de Rozet, Beaumont, Boué.) — Bull. Soc. géol. de France, 1e sér., t. IV, p. 103.

8. 1851. Girard, H. Ueber die Varietäten der *Ter. vicinalis* aus dem Brocatello d'Arzo. — Leonhard und Bronn. Jahrb., p. 316—319.

9. 1851. Girard, H. Briefl. Mittheilung an Prof. Bronn. — Leonhard und Bronn. Jahrb., p. 331.

10. 1851. Studer, B. Geologie der Schweiz, Bd. I, p. 441—443, 458—484, Bd. II, p. 472.

11. 1852. Brunner, C. Aperçu géologique des environs du lac de Lugano (avec carte et 3 coupes géol.). — Neue Denkschr. Schweiz. Gesellsch. Naturw. XII, p. 1—18.

12. 1853. Escher v. d. Linth, A. Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. (Ufer des Comersee's, p. 87—108.) — Neue Denkschr. Schweiz. Gesellsch. Naturw. XIII, p. 1—135.

13. 1853. Renevier, E. Sur le calcaire rouge des environs de Como. — Bull. vaud., sc. nat., t. III, p. 211—214.

14. 1854. Merian, P. Flötz-Formationen in der Umgeb. von Mendrisio. — Verhandl. der nat. Ges. in Basel. p. 71—84.

15. 1854. Merian, P. Muschelkalkversteinerungen im Dolomite des Monte S. Salvatore bei Lugano. — Verhandl. d. naturf. Ges. in Basel, p. 84—90.

16. 1854. Stabile, G. Dei Fossili del terreno triassico nei

dintorni del lago di Lugano, I. — Verhandl. Schweiz. Ges. Naturw., St. Gallen, p. 153—164.

17. 1855. Hauer, Frz. v. Ueber einige Fossilien aus den Dolomite des Monte S. Salvatore bei Lugano. — Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, Bd. XXIV, p. 149—154.

18. 1855. Stabile, G. Petrefacten aus den Dolomite des Monte Salvatore. — Verh. d. naturf. Ges. in Basel, II, p. 318.

19. 1855. Stabile, G. Dei Fossili del terreno triassico nei dintorni del lago di Lugano, II. — Verhandl. Schweiz. Ges. Naturw., Basel, p. 141.

20. 1858. Hauer, Frz. v. Erläuterungen zu einer geol. Uebersichtskarte der Schichtgebirge der Lombardie, 1 : 432,000, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt IX, p. 445.

21. 1859. Stoppani, Ant. Sulla Dolomia del monte S. Salvatore presso Lugano. — Atti Soc. it. sc. nat., II, p. 233.

22. 1860—1865. Stoppani, Ant. Géologie et paléontologie des couches à Avicula contorta en Lombardie, etc., avec 60 pl. (Paléont. lombarde, 3e série.)

23. 1861. Stabile, G. Fossiles des environs du lac de Lugano. — Atti della Soc. Elvetica di Sc. nat., Lugano. Sessione 44a, p. 135.

24. 1867. Meneghini, M. Monographie des fossiles appartenant au calcaire rouge ammonitique de Lombardie et de l'Apennin. — Stoppani, Pal. lomb., 4e série.

25. 1869. Negri e Spreafico. Saggio sulla geologia dei dintorni di Varese e di Lugano. Con tre tavole. — Memorie R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett. — Classe di Sc. Mat. e Nat. vol. XI della Serie III, fasc. II, p. 1—22.

26. 1875. Rütimeyer, L. Ueber Pliocen und Eisperiode auf beiden Seiten der Alpen.

27. 1875. Studer, B. Porphyre des Luganer-Sees. — Zeitschrift d. deutsch. geol. Ges., Bd. 27, p. 417.

28. 1875. Fellenberg, R. v. Analysen zweier Porphyre aus dem Maroggia-Tunnel im Tessin. — Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., Bd. 27, p. 422.

29. 1875—1876. Michel-Lévy. Note sur les roches porphyriques des environs de Lugano. — Bull. Soc. géol. France, 3e sér., t. IV, p. 111.

30. 1876. Renevier, E. Relations du Pliocène et du Glaciaire aux environs de Côme. Lettre à M. Tournouër. — Bull. Soc. géol. France, 3e sér., t. IV, p. 187.

31. 1876. Mayer, Ch. La vérité sur la mer glaciale au pied des Alpes. — Bull. soc. géol. France, 3e sér., t. IV, p. 199.

32. 1877. Curioni, G. Geologia applicata delle provincie lombarde, 2 vol. e Carta geologica.

33. 1877. Heer, O. Flora fossilis Helvetiæ.

34. 1879. Sordelli, F. Le filliti della Folla d'Induno presso Varese e di Pontegana tra Chiasso e Balerna, etc. — Atti della Soc. It. d. Sc. nat. di Milano, vol. XXI, p. 877 - 899 (Ref. Neu. Jahrb. 1880, II, p. 249).

35. 1880. Taramelli, Torq. Il canton Ticino meridionale ed i paesi finitimi. Spiegazione del foglio XXIV. Duf. colorito geologicamente da Spreafico, Negri e Stoppani. — Mat. Carta geologica della Svizzera, vol. XVII.

36. 1880. Gümbel, C. W. Geognostische Mittheilungen aus den Alpen VII, 546ter Sitzungsbericht d. math. - phys. Klasse der k. bayr. Ak. d. Wiss. X, p. 542. (Ref. Neu. Jahrb. 1881, I, p. 408.)

37. 1880. Mojsisovics, E. v. Ueber heteropische Verhältnisse im Triasgebiet der lombard. Alpen. — Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt, XXX. Bd., 1880, p. 695. (Ref. Neu. Jahrb. 1881, I, p. 41.)

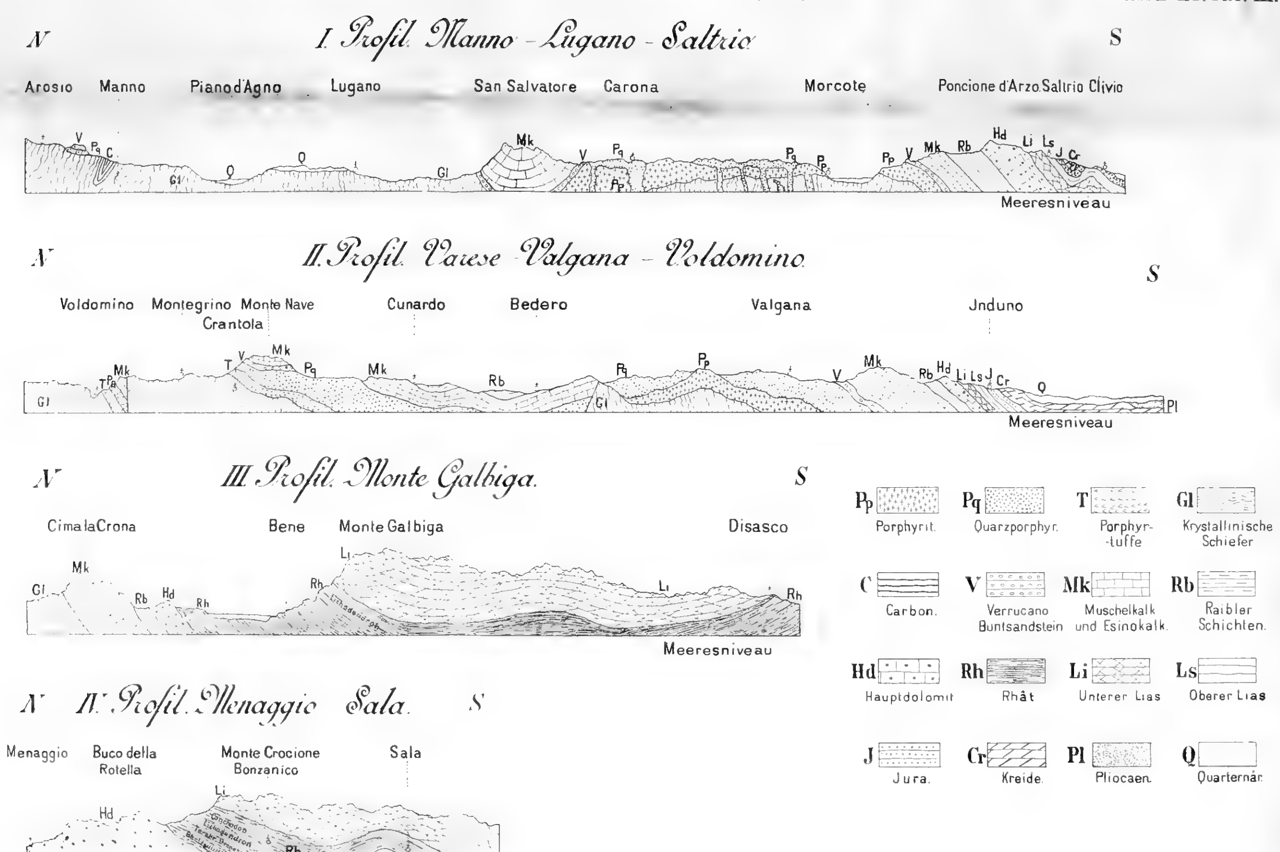
38. 1882. Harada Toyokitsi. Das Luganer Eruptivgebiet. (Mit geol. Karte u. Profilen.) — Neues Jahrb. Beil., Bd. II, p. 1—48.

39. 1884. Benecke, E. W. Erläuterungen zu einer geologischen Karte des Grigna-Gebirges. — Mit geol. Karte u. Profilen. — Neues Jahrb. Beil., Bd. III, p. 171—251.

40. 1884. Parona. Brachiopodi liassici di Saltrio e Arzo nelle Prealpi lombarde. Memor. R. Istit. Lomb.

41. 1885. Deecke, W. Beiträge zur Kenntniss der Raibler-Schichten in den lombardischen Alpen. Neues Jahrb. Beil., Bd. III, p. 429—521.

42. 1889. Parona. Studio monografico della Fauna Raibliana di Lombardia, con tredici tavole. — Pavia.


N
I. Profil Manno - Lugano - Saltrio
S
Arosio
Manno
Piano d'Agno
Lugano
San Salvatore
Carona
Morcote
Poncione d'Arzo
Saltrio
Clivio
Meeresniveau
N
II. Profil Varese - Valgana - Voldomino
S
Voldomino
Montegrino
Monte Nave
Crantola
Cunardo
Bedero
Valgana
Jnduno
Meeresniveau
N
III. Profil Monte Galbiga
S
Cima la Crona
Bene
Monte Galbiga
Disasco
Meeresniveau
N
IV. Profil Menaggio Sala
S
Menaggio
Buco della Rotella
Monte Crocione
Bonzanico
Sala
Meeresniveau
Pp Porphyrit.
Pq Quarzporphyr.
T Porphyr-tuffe
Gl Krystallinische Schiefer
C Carbon.
V Verrucano Buntsandstein
Mk Muschelkalk und Esinokalk.
Rb Raibler Schichten.
Hd Hauptdolomit
Rh Rhât
Li Unterer Lias
Ls Oberer Lias
J Jura.
Cr Kreide.
Pl Pliocaen.
Q Quarternär.
Maasstab = 1:100000
Dr C. Schmidt gez.

II. Allgemeine Darstellung der geologischen Verhältnisse der Umgegend von Lugano.

Von

C. Schmidt.

Orographie.

Die geologische Lage von Lugano ist äusserst charakteristisch: es berühren sich hier die südlichste der krystallinen Centralmassen, das Seegebirge und die Kalkgebirge der südlichen Nebenzone der Alpen. — Diese südlichen Kalkalpen bilden weiter im Osten, in den Bergamasker Alpen, eine über 10 Meilen breite Zone, die aber gegen Westen allmählig schmäler und niedriger wird. Am Ostufer des Sees von Lecco erhebt sich das Grigna-Gebirge bis zu 2400 m., zwischen Comer- und Luganer-See liegen die durch das Val Intelvi von einander getrennten Bergmassen des Monte Galbiga und des Monte Generoso, deren Höhe nur noch 1600—1700 m. beträgt. Am Ostufer des Lago maggiore endlich hat sich der Gebirgszug fast ganz aufgelöst in vereinzelte Kalkmassen, die von quartären Ablagerungen ganz umhüllt sind. Noch weiter gegen Westen, schon vor Biella, ist das Kalkgebirge verschwunden, und die krystallinen Gesteine der Centralalpen treten direkt an die Po-Ebene heran.

Das krystalline Seegebirge.

Das Seegebirge stellt eine langgestreckte Zone gefalteter, meist steil gestellter krystalliner Schiefer dar, deren centrale Haupterhebung der Monte Cenere zwischen Bellinzona und Lugano bildet. Am Südrand der Alpen sinken dieselben rasch in die Tiefe und werden discordant von den jüngern Bildungen überlagert. Gegen Norden

grenzt das Seegebirge an die Masse der Tessineralpen. Die Grenze gegen dieselben ist gegeben durch eine von West nach Ost hinziehende muldenförmige Einlagerung jüngerer Gebilde, die bei Locarno als Hornblendeschiefer und grüne Schiefer, bei Dubino zwischen dem Lago di Mezzola und dem Lago di Como auch als Verrucano und Triasdolomit entwickelt sind. Diese Mulde fällt nach Norden ein, das Tessinermassiv scheint also über das Seegebirge überschoben zu sein. Während in den Tessineralpen typisch entwickelte Zweiglimmergneisse und Glimmerschiefer herrschen, treten im Seegebirge weniger vollkrystalline, wahrscheinlich jüngere Gesteine auf. Studer charakterisirt dieselben als Uebergänge zwischen Chloritschiefern, Hornblendegesteinen, Glimmerschiefern, Gneissen, aus welchen keine dieser Formen sich rein und bleibend herauszubilden vermag. Ganz charakteristisch sind die Schiefer, welche in der Umgegend von Lugano in den Einschnitten der Gotthardbahn sich zeigen. Es sind phyllitartige Gesteine, welche aus einem innigen Gewebe von Chlorit und Sericit bestehen, in welchem dichter Quarz in Form von gewundenen Linsen und Streifen auftritt. Eigentliche Glimmerschiefer mit individualisirten elastisch biegsamen Glimmerblättchen erscheinen nur untergeordnet als Zwischenlagen. Linsenförmige Einlagerungen von Hornblendeschiefern beobachtet man sehr schön an der Uferstrasse von Cassarago nach Castagnola östlich von Lugano.

Carbon. Als Bestandtheil des Seegebirges ist auch das älteste durch organische Ueberreste seinem Alter nach sicher zu bestimmende Sediment unserer Gegend zu betrachten, nämlich das carbonische Conglomerat von Manno, nördlich von Lugano (vgl. Prof. I). Am Berghang westlich oberhalb Manno finden sich concordant den circa 45° nach N—NW einfallenden glimmerigen Phyl-

liten, Bänke eines groben Conglomerates eingelagert, dessen Mächtigkeit circa 100 Meter beträgt. Das vorherrschende Gestein des Conglomerates ist weisser Quarzit, daneben finden sich zweiglimmerige Gneisse und Granite. Porphyrgerölle fehlen vollständig. Wenig mächtige Schichten feinkörniger glimmeriger Sandsteine und Schiefer treten vereinzelt zwischen den Bänken des groben Conglomerates auf. In grosser Menge enthält diese Ablagerung schlecht erhaltene Pflanzenreste, nicht selten sind Stämme, deren Länge über 1 Meter beträgt. Es gelang Heer unter den Pflanzenresten Sigillaria testulata Brgn. und elongata Brgn., ferner Calamites Cisti Brgn. zu bestimmen (Flora fossilis Helvetiæ, p. 41, 42 und 47). Nach diesen Funden würde der Ablagerung ein mittelcarbonisches Alter zukommen. — Die Conglomerate von Manno stimmen in jeder Beziehung mit den bekannten Valorcineconglomeraten überein, welche bei Vernayaz das Rhonethal durchqueren und die Basis der Dent de Morcle bilden. In gleicher Weise wie dort sind die carbonischen Ablagerungen beinahe concordant den krystallinen Schiefern eingeschaltet und werden discordant von jüngern Sedimenten überlagert. Wir treffen also auch hier, am Südrande der Alpen, die Spuren einer ältern, postcarbonischen Faltung. Es mag hervorgehoben werden, dass in dieser Hinsicht das Seegebirge nicht übereinstimmt mit den übrigen südlichen Centralmassen, bei welchen wir in der Regel, wie besonders Lory betonte, die archaeischen und palaeozoischen mit den darüberliegenden mesozoischen Ablagerungen in vollständiger Concordanz finden.

Die Porphyre.

In der Umgebung der westlichen Arme des Luganer-Sees bis zum Lago Maggiore sind als Liegendes der triadischen resp. dyadischen Sedimente Porphyrmassen ausgebreitet. Da Porphyrgerölle in den Conglo-

meraten von Manno fehlen, da ferner die Porphyrdecken horizontal den steilstehenden krystallinen Schiefern aufliegen und da eine im Liegenden des Muschelkalkes auftretende Sandstein- und Conglomeratbildung Porphyrgerölle in grosser Menge enthält, muss die Eruption des Porphyrs nach der postcarbonischen Faltung, vor Ablagerung des Buntsandsteins stattgefunden haben. Nach Analogie mit andern, ähnlichen Porphyren in den südlichen Alpenländern, kann der Porphyr von Lugano wohl als dyadisch betrachtet werden.

Die Porphyre von Lugano haben seit alter Zeit die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen. Seit den ersten Arbeiten von Leopold von Buch im Jahre 1827 sind bis in die neueste Zeit eine grosse Zahl von Abhandlungen erschienen, welche sich mit den Lagerungsverhältnissen und der petrographischen Natur dieser Gesteine beschäftigen.

Wir finden eine ganze Reihe verschiedenartig gefärbter und struirter Gesteine, deren Classification nach mineralogischer Zusammensetzung und geologischem Auftreten keine ganz leichte Aufgabe ist. Lediglich nach der Farbe unterschied man zwei Unterabtheilungen: Rothe und Schwarze Porphyre. Die geologischen und chemischen Untersuchungen Studer's und von Fellenberg's legten zuerst die wichtige Thatsache fest, dass der rothe Porphyr gangförmig den schwarzen durchsetzt, also jünger ist, ferner, dass der rothe Porphyr circa 15 % mehr Kieselsäure enthält als der schwarze. Michel-Lévy unterzog die Luganer-Porphyre zuerst einer mikroskopischen Prüfung. Er unterschied drei Typen, schwarze, rothe und braune Porphyre, die er alle mit französischen Vorkommnissen in Parallele stellte. Wichtige Beiträge zur Kenntniss der Porphyre von Lugano lieferte Gümbel im Jahre 1880 und zwei Jahre

später erschien eine Monographie des Luganer Eruptivgebietes von T. Harada.

Die Porphyre sind einerseits den Quarzporphyren, anderseits den Porphyriten zuzurechnen. Die Porphyrite oder schwarzen Porphyre sind die ältern; deckenförmig breiteten sie sich über den abrasirten Falten der Glimmerschiefer aus. Die Quarzporphyre oder rothen Porphyre bilden einerseits Gänge in den krystallinen Schiefern und in den Porphyriten, anderseits treten sie als ausgedehnte Decke auf.

Das Hauptverbreitungsgebiet der Porphyrite ist die nächste Umgebung der südlichen Arme des Luganer-See's, wo sie, meist mit Wald bedeckt, jene rundlichen Bergformen bilden, welche so scharf mit den Steilabstürzen des sie bedeckenden Kalkgebirges contrastieren. Weiter westlich in der Gegend von Valgana sind die Porphyrite meist von rothen Porphyren bedeckt und treten nur gelegentlich, so bei Brinzio und am Monte Pianbello zu Tage.

Die Farbe der Porphyrite ist graugrün, blaugrau bis schwarz, bei beginnender Zersetzung wird das Gestein röthlich-braun. Grobkörnige Varietäten sind sehr selten. Unter dem Mikroskop macht sich in Form von Einsprenglingen vor allem der Oligoklas geltend. Er ist ausgezeichnet durch typischen zonaren Aufbau, die randlichen Zonen sind meist noch frisch, während der Kern der Krystalle zersetzt ist. Die Hornblende ist immer in grüne Zersetzungsprodukte umgewandelt, Biotit tritt nicht so häufig auf, ist aber meist weniger zersetzt als die Hornblende, gelegentlich findet sich auch Quarz als Einsprengling. Die Grundmasse besteht in einigen Varietäten aus einem mikrokrystallinen körnigen Gemenge von Feldspath und Quarz, in anderen Fällen treten in derselben scharfbegrenzte, fluidal angeordnete Oligoklasleistchen und schlierenförmig sich anhäufende Magnetit-

körnchen auf, welche in einer Glasbasis eingebettet sind.

Bei den Quarzporphyren haben wir die Gangfacies und die Deckenfacies zu unterscheiden. — Bei Maroggia finden sich mehrere Gänge von rothem Porphyr, die Porphyrite durchsetzend. Dieses, von Fellenberg analysirte Gestein, ist ziegelroth; als Einsprenglinge erkennt man in demselben Feldspathleisten und grosse, durch magmatische Resorption gerundete Quarzindividuen. Die Grundmasse ist mikrokrystallin und enthält in grosser Menge Pseudosphaerolithe, welche sich kranzförmig um die Einsprenglinge herumlegen. — An der Uferstrasse Melide-Morcote tritt unter der Porphyritdecke des Monte Arbostoro Glimmerschiefer zu Tage. Zahlreiche, ebenfalls seit langem bekannte und mehrfach beschriebene Quarzporphyrgänge, welche eine Mächtigkeit bis zu 20 m. erreichen, durchsetzen hier in allen Richtungen die krystallinen Schiefer, welche an den kuppenförmig abschliessenden Enden breiterer Gänge gestaut und gefältelt sind. Das Gestein dieser Gänge ist grau gefärbt und enthält gerundete Quarzkrystalle, grüne Glimmertafeln und bis 15 mm. lange wohlausgebildete Orthoklaszwillinge mit den Flächen: $\infty \bar{P} \infty$, ∞P, $\infty \bar{P} 3$, $0 P$, $2 \bar{P} \infty$, $+ 2 \bar{P} \infty$ und $+ P$. Sehr schön lässt sich bei allen diesen Gängen die symmetrische Verdichtung des Porphyrs von der Gangmitte gegen die Saalbänder hin beobachten.

Der deckenförmig sich ausbreitende rothe Porphyr stellt eine zusammenhängende 15 km. lange und beiläufig 5 km. breite Masse dar, welche bei Carona, südlich vom San Salvatore beginnend, den Nordwestabhang des Monte Arbostoro bildet, dann westlich des Luganer-Sees die Berggruppen des Pianbello und Martica zusammensetzt und schliesslich gegen Süden unter den mächtigen Kalkmassen des Campo dei Fiori und des Sasso della Corna verschwindet. (Vgl. Prof. I und II.)

Durch Erosion, namentlich aber in Folge von Verwerfungen, welche zur Zeit der Alpenerhebung sich bildeten, sind von der erwähnten Hauptmasse des Quarzporphyrs kleinere Stücke losgetrennt worden. Das ausgedehnteste derselben finden wir am Monte Nave zwischen Marchirolo und Grantola. Dieser Porphyrcomplex, mit der Hauptmasse ungefähr parallel verlaufend, liegt auf steilstehenden krystallinen Schiefern und wird auf der Höhe des Monte Nave von einem aus Verrucano und Muschelkalk bestehenden Erosionsrelict bedeckt. Ebenfalls in Begleit der tiefsten Glieder der triadischen Sedimente treffen wir den rothen Porphyr mit seinen Tuffen eingesenkt zwischen die krystallinen Schiefer am Nordabhange der Tresaschlucht bei Voldomino.

Dass der rothe Porphyr einst ein weit grösseres Verbreitungsgebiet hatte als heute, beweisen ferner die isolirten Vorkommnisse desselben oberhalb Manno südlich von Arosio und am Monte Bré. An letzterem Orte tritt der Porphyr ausserhalb des Dorfes Ruviana in wenig mächtigen Lagen zwischen den krystallinen Schiefern und den Sedimenten des Verrucano und Muschelkalkes zu Tage. — Von besonderem Interesse ist das Vorkommen von rothem Porphyr (Felsophyr) an der Uferstrasse südlich von Melano. Diese wenig ausgedehnte Porphyrmasse steht in keinerlei Zusammenhang mit den weiter nördlich von Melano bis Campione und den am rechten Ufer des Sees herrschenden Porphyren und wird anormal von rhätischen Schichten überlagert.

In den centralen Theilen der grossen Porphyrdecke, bei Figino am Luganer-See und in der Gegend von Valgana trifft man Gesteine, welche vollkrystallin entwickelt und als Granite zu bezeichnen sind. Diese rothen Granite, meist glimmerarm, sind durch zahlreiche kleine Drusenräume charakterisirt, in welche der Gesteins-

bildende Feldspath mit frei auskrystallisirten Enden hineinragt. Bei mikroskopischer Untersuchung fällt vor Allem in die Augen, dass der grösste Theil des Quarzes innig mit dem Feldspath (Orthoklas und Plagioklas) verwachsen ist, wodurch die Structur schriftgranitartig bis granophyrisch wird. — Diese vollkrystallinen Gesteine stehen überall in ununterbrochenem Zusammenhang mit porphyrisch sich entwickelnden Typen, welche die randlichen Partieen der Porphyrmasse bilden. Solche Uebergänge werden von Harada [cit. 37, p. 26 u. f.] eingehend beschrieben. Dadurch, dass die Grundmasse sich immer mehr verdichtet, der Gegensatz zwischen Einsprenglingen und Grundmasse sich immer deutlicher ausprägt, bilden sich jene Varitäten heraus, welche Michel-Lévy als „porphyres bruns“ bezeichnete und die durch eine fluidalstruirte felsitische, an Sphaerolithen reiche Grundmasse, sowie durch sanidinartige Feldspatheinsprenglinge charakterisirt sind. In diese Serie von Gesteinen gehören auch die schwarzen Pechsteine (Vitrophyre) von Grantola, deren Grundmasse vollkommen glasig ist und die als Einsprenglinge Oligoklas, Sanidin, Olivin und Augit enthalten. Bemerkenswerth ist namentlich das Vorhandensein des Olivin, eines Gemengtheiles, den wir in der Regel nur in basischeren Gesteinen finden. — An verschiedenen Orten, so bei Grantola, ferner in der Tresaschlucht lagert der rothe Porphyr auf einer Tuffmasse, deren Mächtigkeit gelegentlich über 100 m. beträgt.

Trias.

An der Basis des triadischen Schichtsystemes finden wir in unserm Gebiete an manchen Orten eine Conglomerat- und Sandsteinbildung, welche aus rothen Quarzconglomeraten und Breccien mit Porphyrstücken, schiefrigen, glimmerreichen Sandsteinen und vereinzelten dolomitisch-sandigen Bänken besteht. Am Fusse des San Salvatore bei San Martino ist diese For-

mation prachtvoll aufgeschlossen. Es ist eine typische Strandbildung. Man mag zweifelhaft sein, ob diese Ablagerung als Verrucano zu bezeichnen und der Dyas zuzurechnen ist, oder ob sie mit den Werfener-Schichten identificirt werden und als Aequivalent des Buntsandsteins angesehen werden kann, eventuell sind beide Formationen in ihr vertreten. Jedenfalls ist sie von dem carbonischen Conglomerat durchaus zu trennen und bildet die corcordante Unterlage der marinen Triasbildungen.

Die eigentlichen Triasbildungen sind in dem westlichsten Theile der südlichen Nebenzone, vom Comersee bis zum Lago maggiore, nur sehr unvollständig entwickelt und zudem lange nicht so sorgfältig untersucht, wie in den östlicheren Gegenden. Wie überall in der alpinen Trias zeigt es sich, dass die tiefsten, dem Muschelkalk angehörenden Glieder noch einen gewissen Anklang an ausseralpine Verhältnisse zeigen, während die obern Abtheilungen durchaus eigenartige Entwicklung besitzen; erst die rhätischen Bildungen lassen sich wieder, zum Theil wenigstens, mit ausseralpinen Vorkommnissen vergleichen.

Charakteristisch für die Gesteinsentwicklung der lombardischen Trias ist der mehrfache Wechsel von Dolomitmassen mit mergeligen und tuffartigen Bildungen.

Sowohl die verschiedenalterigen mergeligen, als auch die dolomitischen Ablagerungen lassen sich petrographisch nur schwer von einander unterscheiden, zumal auch Fossilien in denselben keineswegs allgemein verbreitet sind. Die von Hauer im Jahre 1858 gegebene klare Gliederung der lombardischen Trias hat sich für eine normale Entwicklung derselben bewahrheitet. Bei Vergleichung einer grossen Zahl typischer Localitäten ergeben sich folgende Stufen der Trias und des Rhät in den südlichen Alpenländern, speciell in der Lombardei:

Rhätische Stufe.	2. Oberer Dachsteinkalk (Megalodus)	Kalk.
	1. Kössener Schichten (Avicula contorta)	Mergel.
Karnische Stufe.	2. Hauptdolomit (Gervillia exilis, Turbo solitarius)	Dolomit.
	1. Raiblerschichten (Trachyceras aonoides, Gervillia bipartita)	Mergel. Tuffe. Sandsteine.
Norische Stufe.	3. Esinokalk (Chemnitzia Escheri, Natica monstrum etc.) . . .	Dolomit.
	2. Wengener Schichten (Daonella Lommeli)	Mergel. Tuffe.
	1. Buchensteiner Schichten (Trachyceras Reitzi).	Kalke mit Kieselknollen. Pietra verde.
Muschelkalk.	Alpiner Muschelkalk (Ceratites trinodosus u. Cer. binodosus).	Kalke u. bituminöse Schiefer.
Buntsandstein.	Werfener Schichten (Tirolites Cassianus)	Sandstein.

An keiner Stelle im Gebiet der südalpinen Trias treffen wir eine zusammenhängende Schichtreihe, welche obiger Tabelle genau entsprechen würde. Es kommt vor, dass eine kalkig-dolomitische Bildung, welche in ihren tiefsten Abtheilungen Muschelkalkversteinerungen enthält, sich ohne Unterbrechung durch mergelige Schichten bis zum Hauptdolomit fortsetzt, — anderseits kann z. B. die dolomitische Bildung der norischen Stufe, der Esinokalk, vollständig fehlen: mergelige, bituminöse Schiefer vom Alter des Muschelkalkes werden überlagert von Schiefern mit Daonella und Raiblerschichten; als erste zusammenhängende Kalk- und Dolomitmasse tritt der Hauptdolomit auf. Durch das ganze Triasgebiet treffen wir in annähernd gleichartiger Entwicklung als durchgehenden festen Horizont den karnischen Hauptdolomit mit Gervillia exilis. Bis in dieses

Niveau zeigen die einzelnen Bildungen den manigfaltigsten Wechsel ihrer Facies: gleichalterige Ablagerungen sind in verschiedenen, oft ganz benachbarten Gebieten, bald als Dolomite, bald als Schiefer entwickelt. Die schiefrigen Kalke und Mergel sind normale marine Ablagerungen, während die Dolomite theils massig, theils geschichtet, als Riffbildungen aufgefasst werden, entstanden durch die Thätigkeit von Korallen und anderer Kalkbildner, wie Kalkalgen, die zu der Gruppe der Siphoneen gerechnet werden.

Dieser Facieswechsel der Triasablagerungen bis zum Hauptdolomit ist in den Umgebungen von Lugano mehrfach sehr scharf ausgeprägt. So weit es nach unsern heutigen Kenntnissen möglich ist, werde ich im Folgenden versuchen, die Entwicklung der Trias vom Comer- bis zum Langensee zu skizziren.

Die Ausbildung der Trias am Ostufer des Comersees, im Gebiete der Grigna, wurde eingehend von Gümbel (cit. 35), Mojsisovics (cit. 36) und Benecke (cit. 38) beschrieben. Es sind hier wohl beide Unterabtheilungen des Muschelkalkes (Binodosus- und Trinodosuszone) meist als dunkle, dünnplattige schiefrige Kalke mit Mergeleinlagerungen vertreten (Marmor von Varenna, Fischschiefer von Perledo); ausserdem liess sich die Zone des Trachyceras Reitzi nachweisen, bestehend aus dünnbankigen schwarzen, mit Kieselknollen erfüllten Kalken (Buchensteinerschichten) und einem eigenthümlichen tuffartigen Gestein der Pietra verde.[1]) Ueber den dunkeln, plattigen Kalken des Muschelkalkes und der Buchensteinerschichten liegen meist massige, seltener geschichtete Kalke und Dolomite, die stellenweise sehr reich an Fossilien (Arcestes, Arpadites, Chemnitzia, Natica, Diplopora) sind und mit dem Namen Esinokalk bezeichnet wurden.

---

[1]) Vgl. Dölter. Neues Jahrb. f. Mineralog. etc. 1873, p. 572.

Die Mächtigkeit dieser Ablagerung beträgt bis zu 500 m. Da die thonigen Sedimente der Wengenerschichten[1]) fehlen, so haben wir die Riffbildung des Esinokalkes wohl als das Aequivalent des mittlern und obern Theiles der norischen Stufe zu betrachten.

Ueber dem Esinokalk liegen die Raiblerschichten, deren tieferer Horizont, graue plattige Kalke mit schwarzen Hornsteinlagen, in ziemlich gleichartiger Ausbildung sich annähernd durch das ganze Gebiet verfolgen lässt. Mergelige Einlagerungen in diesen Bänken enthalten in der Nähe von Esino einzelne Zweischaler. Hier fand Escher das Leitfossil, die Gervillia bipartita. Die obere Abtheilung der Raiblerschichten besteht aus bunten Tuffsandsteinen und Mergeln, denen dünn geschichtete Kalke und zu oberst Gyps mit Rauchwacken eingelagert sind. Die Raiblerschichten stellen einen sehr wichtigen Horizont der südalpinen Trias dar, ihr Auftreten zwischen zwei mächtigen Dolomitbildungen, dem Esinokalk nach unten und dem Hauptdolomit nach oben, ist für eine richtige stratigraphische Gliederung der ganzen Trias von grösster Bedeutung.

Die einförmigste Bildung der alpinen Trias ist der Hauptdolomit, welcher, wie bereits erwähnt wurde, in gleichartiger Ausbildung weit über die Grenzen unseres Gebietes hinaus entwickelt ist, und so eine Epoche grosser Ruhe und Gleichförmigkeit kennzeichnet. Das Gestein ist ein kurzklüftiger Dolomit, meist ohne deutliche Schichtung. Die Fossilien, immer nur als Steinkerne erhalten, sind nicht allgemein verbreitet, sondern häufen sich nesterartig an gewissen Stellen. Als Leitfossilien gelten Ger-

---

[1]) Das Leitfossil der Wengenerschichten, Daonella Lommeli, kennt man zwar noch nicht aus dem Esinokalk, denn eine Daonella, welche am Nordwestabhang des Moncodeno häufig sich findet, gehört nach Mojsisovics einer neuen Art an (cf. cit. 38, p. 231).

villia exilis, Turbo solitarius, Megalodon Guembeli und die Kalkalge Gyroporella vesiculifera.

Die Triasbildungen der *Grigna* finden ihre westliche Fortsetzung in jenem Gebirgszuge, welcher sich nördlich der Linie Menaggio-Lugano von Ost nach West erstreckt. Längs des Comersees von Menaggio bis San Abbondio ist ein vollständiges Querprofil zu beobachten. Vor allem fällt hier im Vergleich zu den in der Grigna herrschenden Verhältnissen eine ganz bedeutende Reduction in der Mächtigkeit der Triasgebilde bis zum Hauptdolomit auf. Ueber den Conglomeratbänken des Verrucano liegt in grosser Mächtigkeit lichtgrauer, feinkörniger und klüftiger Dolomit, welcher in den tiefern Lagen dem Muschelkalk, in den höhern dem Esinokalk entspricht. Ablagerungen, die sich petrographisch mit den dünnbankigen, dunkeln Gesteinen von Varenna und Perledo vergleichen liessen, fehlen vollständig: der ganze Muschelkalk und die norische Stufe sind hier durch eine untheilbare Riffbildung vertreten.

Darüber erreichen die Raiblerschichten eine Mächtigkeit von circa 150 m. Sie treten als gelblich-graue Kalk- und Mergelbänke auf und enthalten in ihrem obern Theile bei Nobiallo ein mächtiges Gypslager.

Die rein dolomitische Entwicklung der untern und mittlern Trias lässt sich durch den ganzen Gebirgszug bis zum Sasso grande nordöstlich von Lugano verfolgen. Die wild zerklüfteten, zackigen Massen der Cima la Grona, des Monte Piantaggio und der Berge im Hintergrund der Valsolda gehören dieser Formation an. (Vgl. Prof. III). Es ist schon mehrfach auf das Vorhandensein der Raiblerschichten in diesem Gebirgszuge hingewiesen worden, doch wurden dieselben noch niemals in ihrem ganzen Verlaufe verfolgt.

Am Sasso grande erreicht die besprochene untertriadische Dolomitmasse plötzlich ihr Ende. Wir treffen Ablagerungen vom Alter des Muschelkalkes in mächtiger Entwicklung wieder am Monte Bré, aber mit Ausnahme einiger weniger dolomitischen Zwischenlagen herrscht hier durchaus die thonig-kalkige Entwicklung,[1]) sehr verbreitet sind dünnbankige Kieselknollenkalke vom Charakter der Buchensteinerschichten. Wir begegnen also zum zweiten Male einem abrupten Facieswechsel im Muschelkalk.

Der dem Monte Bré gegenüberliegende Monte San Salvatore besteht wiederum aus Dolomit. Nur die tiefsten Horizonte desselben, welche direct dem Verrucano auflagern, sind geschichtet; die ganze Masse stellt eine rings denudirte Synclinale dar (Vgl. Prof. I). In dem wohlgeschichteten Dolomit an der Basis, welchem an einer Stelle (bei Carabbia) Kieselknollenkalke eingelagert sind, z. Th. auch in dem höher gelegenen, massigen, zuckerkörnigen Dolomit finden sich typische Muschelkalkfossilien. Ausserdem sind aus diesem Dolomit Gastropoden und Diploporen bekannt geworden, welche für den norischen Esinokalk charakteristisch sind. Korallen vom Charakter der Lithodendren, welche sich in dem Dolomit auf der Höhe des Berges finden, weisen vielleicht auf noch höheres Niveau hin. — In ähnlicher Weise wie in der Gebirgskette im Hintergrund der Val Solda haben wir am Salvatore wiederum eine rein dolomitische Ausbildung der untern und mittlern Trias vor uns. — Der Südschenkel der Salvatore-Synclinale erscheint als Nordschenkel einer Anticlinale, deren Südschenkel erhalten ist in den dem Porphyr aufliegenden

[1]) Durch diesen Umstand ist es wohl zu erklären, dass auf Blatt XXIV der Schweizerkarte die Hauptmasse des Monte Bré fälschlich als Contortaschichten und Dachsteinkalk bezeichnet wurde.

Triasschichten des San Giorgio oberhalb Riva San Vitale (Vgl. Prof. I). Es tritt hier in dem nach Süden geneigten Sedimentcomplex deutlich eine Dreitheilung der Trias hervor. Eine untere und eine obere Dolomitmasse, Muschelkalk und Esinokalk einerseits, Hauptdolomit anderseits, werden durch kalkig thonige Bildungen der Raiblerschichten getrennt. Die Raiblerschichten, obwohl fossilleer, sind typisch entwickelt bei Meride; sie enthalten hier ein Gypslager[1]) und bestehen in ihrer Hauptmasse aus dünnbankigen, grauen Mergelkalken, in welchen 2—3 mm. breite und circa 1 cm. lange Gypskrystalle eingestreut sind, welche sich häufig zu Büscheln vereinigen. — Auf der kurzen Strecke von Riva San Vitale bis Besano ändert sich der Charakter der tiefern Triasbildungen vollständig. Am Westabhang des Poncione d'Arzo werden Porphyr und Verrucano überlagert durch ein mächtiges System bituminöser Dolomitplatten und schwarzer schiefriger Kalke, welche in ihren tiefern Theilen ein vollkommenes Analogon mit den Schiefern von Perledo am Comersee darstellen.[2]) In diesen Schiefern wurden Ceratites trinodosus und Luganensis nachgewiesen, wodurch die Zugehörigkeit derselben zum Muschelkalk erwiesen ist. Im Hangenden des Muschelkalkes finden sich weiter ähnliche graublaue Bänderkalke und Schiefer bis zum Hauptdolomit, welcher einen schroffen Felsabsturz bildet. Aus diesen höhern Theilen des Schiefercomplexes sind eine grosse Zahl von Fossilien bekannt geworden, welche alle auf Wengener- und Raibler- (St. Cassianer)-Schichten hin-

[1]) Die Angabe von Deecke (cit. 41, p. 508), dass nämlich westlich vom Comersee unter dem Hauptdolomit Gypslager fehlen, ist also zu berichtigen.

[2]) Vgl. Curioni. Sui giacimenti metalliferi e bituminosi nei terreni triasici di Besano. (Memorie del R. Ist. Lomb. Bd. IX, 1863.)

weisen. Bassani[1]) beschrieb von hier eine Reihe von Sauriern und Fischen; im weitern erwähnt er neun Ammoniten, darunter Trachyceras Mandelslohi und Trachyc. Aon, ferner sind vorhanden die Zweischaler Daonella Lommeli und Daonella Moussoni. Aus den Lagerungsverhältnissen geht in Uebereinstimmung mit den Fossilfunden mit vollster Sicherheit hervor, dass wir bei Besano eine schiefrige, kalkig-thonige Entwicklung der ganzen Trias bis zum Hauptdolomit vor uns haben. Die Riffbildung des Muschelkalkes und Esinokalkes fehlt hier vollständig.

Die Fortsetzung der besprochenen Poncione d'Arzo-San Giorgio-Gruppe bilden die Berge des Sasso della Corna und des Campo dei Fiori. Die tiefe Schlucht der Margorabbia, in welcher eine prachtvolle Kunststrasse von Induno nach Valgana führt, durchquert diesen Gebirgszug und erschliesst ein vollständiges Profil vom Verrucano bis zur Kreide. Wir treffen hier zwischen Lias und Verrucano eine einzige sehr undeutlich geschichtete Dolomitmasse, welche in den tiefern Horizonten an zwei Stellen nur wenige Meter mächtige Einlagerungen von harten, dünnplattigen Kalken und in höherem Niveau gelbliche Mergelkalke enthält. Diese letztern gehören vielleicht schon zum Rhät. Das ganze System ist sehr arm an Fossilien. Muschelkalkpetrefacten sind in dem Dolomit der Margorabbia-Schlucht selbst noch nicht gefunden worden, wohl aber in dem benachbarten Olonathale bei La Rasa, dagegen sind die Esinoschichten durch das Vorhandensein von Diploporen und

---

[1]) Bassani. Sui Fossili e sull' Età degli schisti bituminosi triasici di Besano in Lombardia. (Atti della Soc. Ital. di scienze naturali vol. XXIX 1886.)

Ferner W. Deecke. Ueber Lariosaurus und einige andere Saurier der lombardischen Trias. (Zeitschrift d. deutsch. geol. Ges. 1886, p. 170.)

Gastropoden wohl sicher nachgewiesen. Wir erblicken in der Ausbildung der Trias in der Margorabbia-Schlucht ein vollkommenes Analogon zu den früher als abnorm geltenden Verhältnissen am Monte Salvatore: sämmtliche Glieder der Trias vom Muschelkalk bis zum Rhät treten in der Rifffacies auf.

Rhät.

Etwas weiter nach Osten scheint sich dies Verhältniss insofern wieder etwas zu ändern, als am Ostabhang der Val Cuvio, z. B. zwischen Cunardo und Ferrera, die Raibler-Plattenkalke wieder in mächtiger Entwicklung auftreten. Am Ostufer des Lago maggiore bei Laveno erreichen die triadischen Ablagerungen ihr Ende.

Den Hauptdolomit, welcher im Grigna-Gebirge die jüngste Triasbildung repräsentirt, treffen wir in ganz gleicher Ausbildung wieder am westlichen Seeufer von Malgrate bis zur Punta di Bellagio, ferner am westlichen Ufer des Comersees, die schroff abfallende, kahle Felsmasse des Buco della Rotello zwischen Menaggio und Tremezzo bildend. Hier wird derselbe aber überlagert von den mächtig entwickelten rhätischen Schichten. Als ein zusammenhängendes Band lassen sich dieselben längs des Sees von Lecco und von der Tremezzina aus längs des Ost- und Nordabhanges des Monte Crocione und Monte Galbiga verfolgen; wir treffen sie wieder am Nordufer des Sees von Porlezza bis zum Monte Boglia und Monte Bré; die Mächtigkeit der ganzen Abtheilung beträgt 200—400 Meter. In der rhätischen Stufe vertreten sich und wechseln vielfach mit einander ab thonige und kalkige Sedimente. Eine vollständige Schichtreihe ist an den Abhängen des Monte Crocione oberhalb der Tremezzina entblösst. Ueber dem Hauptdolomit mit Megalodonten treffen wir ein System schwarzer Mergelschiefer, welche erfüllt sind mit kleinen Zweischalern und Bactryllium (Schwäbische Facies); dunkle Kalke,

Terebratula gregaria enthaltend und mit Schiefern wechsellagernd (Karpathische Facies) folgen darüber. Das Hangende dieser Schichten bilden mächtige Bänke von grauen Kalken, deren Masse oft grösstentheils aus ästigen Riffkorallen (Lithodendren) besteht und die stellenweise zu Hunderten grosse Megalodonten (Conchodon infraliasicus Stopp.) enthalten. Während Stoppani (cit. 22, p. 236) glaubt, dass auf den Conchoden-Schichten der Lias direct auflagert, weist Curioni (cit. 31, Bd. I, p. 239) nach, dass über denselben noch einmal eine Serie von Kalk- und Mergelbänken auftritt, in welchen Avicula contorta und Terebratula gregaria sich finden. — Ein zweites schönes Rhätprofil ist am Nordabhang des Monte Galbiga in dem sogenannten Benetobel aufgeschlossen, wo die Gesteinsfolge des genauesten von A. Escher studirt wurde. Es erlangt hier namentlich die Pelecypodenfacies eine grosse Mächtigkeit. Ungefähr in der Mitte des Profiles treten über einem System von Mergeln mit Avicula Escheri, Gervillia inflata, Bactryllien etc., zwei ca. 30 Meter mächtige, wiederum durch Mergel von einander getrennte Bänke von Lithodendronkalk auf, die ebenfalls Megalodonten enthalten. Darüber folgen von Neuem dünnbankige Kalke und schwarze Mergelschiefer reich an den bezeichnenden Zweischalern, auch eine Bank mit Terebratula gregaria findet sich hier. Die grauen, Hornstein-führenden Kalke des Lias sind dunkelgrauen Mergeln mit Cardita crenata direct aufgelagert.

In der Valsolda, wo die rhätischen Ablagerungen wohl ebenso mächtig auftreten, wie am Comersee, macht sich eine Aenderung der Facies geltend, insofern, als hier das kalkige Element viel grössere Ausdehnung erlangt; immerhin lassen sich Mergelschiefer mit Bactryllien und Zweischalern noch mehrorts nachweisen. Genauere Angaben fehlen hier leider vollständig. – Unsere

kurze Betrachtung der rhätischen Formation im Gebiete vom Comersee bis nach Lugano zeigt, dass die Lithodendronkalke mit Megalodonten in beliebigen Horizonten und mit wechselnder Mächtigkeit zwischen den fossilreichen Mergeln auftreten können, dass also die Riffbildung des Hauptdolomites in die rhätische Zeit sich fortsetzte. Am östlichen Ufer des Luganersee's finden sich im Liegenden des Lias vom Monte Generoso rhätische Schichten, welche denjenigen der Valsoda entsprechen, auf der Westseite des See's hingegen, am Südabhang des San Giorgio fehlen dieselben vollständig: der Lias lagert transgredirend auf einer untheilbaren Dolomitmasse, welche den Raiblerschichten von Meride aufliegt. Diese Erscheinung weist vielleicht darauf hin, dass die Bildung des Hauptdolomites ohne irgendwelche Modification bis in die rhätische Zeit fortdauerte.

Das Vorherrschen der Kalk- und Dolomit-Facies im Rhät ist in gleicher Weise charakteristisch für die Gegend zwischen Luganer See und Lago maggiore. In dem bereits erwähnten Profil der Margorabbia-Schlucht bei Induno trifft man im Liegenden des Lias circa 20 Meter mächtige grauschwarze Kalke, welche durchaus an die rhätischen Conchodon-Kalke vom Comer-See erinnern. In der That erwähnt Stoppani (cit. 22, p. 238) von dem benachbarten Santa Maria del Monte das Vorkommen von Conchodon infraliasicus. Unter diesen dunkeln Kalken liegt eine Masse von gelblichem Dolomit mit Megalodon (Dachsteinkalk), welche von dem tiefern, zusammenhängenden Dolomitcomplex des Hauptdolomites und der Esinoschichten nur durch einige gelbliche Mergellagen getrennt ist. Diese Mergel enthalten Kalkknollen, die nach Steinmann (vgl. unten p. 306) aus Lithothamnien und Brachiopodenbruchstücken bestehen. — Das Profil der Margorabbia-Schlucht ist desshalb von

besonderem Interesse, weil wir hier, am westlichen Ende des Gebietes der ostalpinen Trias, sämmtliche Glieder derselben vom Muschelkalk bis zum Rhät zu einer einzigen, fast untheilbaren Riffmasse verschmolzen sehen.

Da sich in dem besprochenen Triasgebiet mancherorts, namentlich in den westlichen Theilen, der Mangel an genügenden Detailuntersuchungen unliebsam fühlbar macht, so mag der vorliegenden Schilderung manche Unvollkommenheit anhaften. Es tritt jedoch deutlich hervor, dass von der Grigna bis zum Langensee ein mehrfacher Facieswechsel in der Ausbildung der verschiedenen Triasglieder statt hat. Je weiter wir gegen Westen vorrücken, desto mehr verringert sich die Mächtigkeit der Bildungen, aber trotzdem lassen sich, sei es in der normalen Ausbildung, sei es in der Rifffacies, überall noch Anzeichen des Vorhandenseins sämmtlicher für die Lombardei charakteristischen Abtheilungen der Trias nachweisen. Wie mehrfach betont wurde, ist der karnische Hauptdolomit der am wenigsten sich verändernde Horizont. Allerdings ist es wahrscheinlich, dass seine stratigraphische Bedeutung nicht immer dieselbe ist; nach unten mag er oft als Rifffacies zeitliches Aequivalent eines Theiles der Raiblerschichten sein und ebenso nach oben die Koessener-Schichten vertreten, in welch letzterem Falle er sich dann mit dem rhätischen Dachsteinkalk vereinigt.

Jura. In Beziehung auf die ältesten jurassischen Ablagerungen unseres Gebietes können wir zwei gesonderte Bezirke unterscheiden, deren Grenze bezeichnet wird durch eine in der Richtung Lugano-Mendrisio von Nord nach Süd verlaufende Linie.

Aus Lias bestehen jene zusammenhängenden Bergmassen, welche zu beiden Seiten des Sees von Como gegen Westen und Norden bis an den Luganersee, gegen

Osten bis zur Val Assina und gegen Süden bis an den Rand der Ebene sich ausdehnen und die Gipfel des Monte Generoso, des Monte Galbiga, Crocione, S. Primo und Palanzolo tragen. — In vollkommener Concordanz lagert hier über den rhätischen Bildungen ein System dünnbankiger, grauer Kalke mit Hornsteinlagen, dessen Mächtigkeit circa 800 Meter beträgt. Diese höchst einförmige Ablagerung ist fast fossilfrei, Escher führt Terebratula variabilis und Lima succincta an; wir haben eine typische Tiefseebildung vor uns. Mit den liegenden, rhätischen Ablagerungen ist der Lias eng verbunden, eine scharfe Trennung ist oft kaum möglich. Die Natur des Rhät deutet auf Oscillationen des Meeresgrundes hin, Korallenbildungen des seichten Meeres wechseln mit Sedimenten aus tieferem Wasser ab, doch ist unverkennbar eine positive Bewegung der Strandlinie, welche hinüberleitet zu der Tiefseeablagerung des untern Lias.

Ganz anders liegen die Verhältnisse im Westen des Luganersee's. Hier treffen wir die jurassischen Schichten als ein schmales Band den nach Süden unter die Ebene einsinkenden Triaskalken angelagert, selbstständige Berggruppen bilden sie hier nicht mehr. — Gleich westlich von Mendrisio stossen wir auf die berühmten fossilreichen Liasbildungen von Arzo, Saltrio und Viggiù. Innerhalb der kaum 4 Km. betragenden Strecke von Mendrisio bis nach Arzo und Saltrio hat sich der petrographische und faunistische Charakter des untern Lias vollständig geändert. Die fossilleeren, grauen Kalke mit Hornsteinen sind entweder ganz verschwunden oder bilden, nur wenige Meter mächtig, an einzelnen Stellen die Basis des Lias.

Der Lias von Saltrio und Viggiù besteht aus grauen und gelblichen, feinkörnigen oder oolithischen Kalken, welche in regelmässige etwa 40° nach S—SW

einfallende Bänke abgetheilt sind. Die in grossen Steinbrüchen abgebauten Kalke sind an einzelnen Stellen reich an Fossilien, welche alle für untern und mittlern Lias bezeichnend sind. Es lassen sich drei Horizonte unterscheiden: zu unterst treffen wir eine Ammonitenfauna (Nautilus striatus, Arietites bisulcatus, stellaris etc.) darüber folgen Bivalven und Gastropoden (Gryphaea arcuata, Cardinia hybrida, Pleurotomaria expansa und araneosa etc.), den Schluss bilden Bänke, die eine grosse Zahl von Brachiopoden enthalten, welche von C. F. Parona bearbeitet worden sind. Die Liasbildung von Saltrio erstreckt sich gegen Osten nur wenig über die italienisch-schweizerische Grenze hinaus, bei Arzo erscheint eine ganz andere Facies, welche nach ihren Fossilien, vorherrschend Brachiopoden, den obern Saltrioschichten, also dem mittlern Lias angehört. Es sind undeutlich geschichtete rothe, weissgefleckte, marmorartige Kalke, welche stellenweise von Terebrateln, Pecten und Lima ganz erfüllt sind, ferner treten dunkel-braunrothe, sandige Kalke auf, die von grossen Crinoidenwurzeln durchzogen werden. Nicht selten ist das Gestein eine förmliche Breccie, bestehend aus rothem, compactem und sandigem Liaskalk, welcher graue Dolomitstücke von ganz verschiedenen Grössen verkittet. Der liegende Hauptdolomit (Dachsteinkalk) besitzt eine sehr unregelmässige Oberfläche, die Furchen und Taschen desselben sind ausgefüllt von den meist roth gefärbten Liassedimenten. In Beziehung auf die Fauna sowohl als auch auf die Art des Auftretens ist der Lias von Arzo als ein vollkommenes Analogon zu den Hierlatz-Schichten des Dachsteingebirges und der Salzburger Alpen aufzufassen. Es fällt nicht schwer eine Erklärung für die Entstehung der ganzen Ablagerung zu geben. Das Riff des Hauptdolomites ragte zu Ende der rhätischen Zeit

und zu Anfang des Lias aus dem Meere empor, die ursprünglichen Unregelmässigkeiten seiner Oberfläche wurden in Folge der Erosion noch verschärft, Terra rossa sammelte sich zwischen den Felsklippen an. Als nun zur Zeit des mittlern Lias das Riff allmählig wieder unter das Meer versank, entstanden auf seiner schrundigen Oberfläche in Folge der Brandung die erwähnten Breccien. Die ersten Liassedimente, durch die abgespülte Terra rossa roth gefärbt, mussten naturgemäss erst alle die Unregelmässigkeiten des Untergrundes ausgleichen, d. h. sie bildeten häufig taschenförmige Einlagerungen im Hauptdolomit.

Nach Westen zu lassen sich die Saltrio-Schichten weiter verfolgen als nach Osten; ähnliche graulichgrüne Kalke, freilich in bedeutend geringerer Mächtigkeit finden wir an den Bergabhängen nördlich von Induno über den Triasdolomiten. Am Ausgange der Margorabbia-Schlucht, wo dieselben Kalke viele Ammoniten enthalten, liegen sie in vollkommenster Concordanz auf den oben beschriebenen rhätischen Schichten, eine Unterbrechung in der Sedimentbildung zwischen Rhät und Lias hat hier nicht stattgefunden.

Während der untere und mittlere Lias zwischen Comer- und Langensee in sehr verschiedenen Meerestiefen sich ablagerte, also in nahe bei einander liegenden Gebieten total verschiedene Facies zeigt, stellt der obere Lias eine über das ganze Gebiet in durchaus gleichartiger Ausbildung sich verbreitende Ablagerung dar: in den östlichen Theilen hatten die mächtigen Sedimente des untern Lias den Meeresboden allmählig erhöht und im Westen waren die Riffe immer tiefer unter den Meeresspiegel versunken. Fossilreichthum und charakteristische petrographische Beschaffenheit zeichnen diesen Horizont aus; von Alters her wurde derselbe von

den Italienern als Calcare rosso ammonitico bezeichnet, in den Adnether-Schichten der Salzburger-Alpen erkennen wir eine durchaus analoge Ablagerung, auch in den Central-Apenninen erlangt der Ammonitico rosso eine grosse Verbreitung. Der rothe Ammonitenkalk, immer concordant den tiefern Liasschichten auflagernd, erreicht in unserm Gebiete eine Mächtigkeit bis zu 80 m. Er besteht aus regelmässig-, meist dünngeschichteten, oft thonigen oder sandigen Kalken. Neben Harpoceras bifrons, serpentinum, Aalense etc. finden sich darin Phylloceras, Lytoceras, und weniger häufig auch Terebrateln. Die fossilreichste Localität dieses Horizontes ist Erba, östlich von Como, ferner trifft man denselben in der Gebirgsmasse des Monte Generoso bei der Alpe di Salorino und Baldovana. In schönster Ausbildung findet sich dieselbe Ablagerung am Südabhang des Poncione d'Arzo bei Arzo, Besazio und Clivio, von wo aus sie sich über Induno längs des Campo dei Fiori bis in die Val Cuvio verfolgen lässt.

Ablagerungen, welche vielleicht dem Dogger zugerechnet werden können, finden wir in dem zu besprechenden Gebiete nur in geringer Ausdehnung (vgl. unten p. 310), dagegen sind dem Malm zugehörige Schichten sicher zu erkennen. Sowohl am Südabhang des Poncione d'Arzo (zwischen Ligornetto und Clivio), als auch bei Erba lagert auf dem rothen Ammonitenkalk des obern Lias ein System rother, dünnbankiger Kalke und Hornsteine, welche in Folge des Vorkommens zahlreicher Aptychen als „Aptychenschiefer“ bezeichnet worden sind. Aequivalente dieser Bildung fehlen in den östlichen Alpen, dagegen besitzen solche eine beträchtliche Verbreitung in den centralen Apenninen.[1])

[1]) Vgl. Zittel, Geologische Beobachtungen aus den Central-Apenninen (Benecke, Geognost.-palaeontolog. Beiträge. Bd. II, p. 140).

— Oberhalb Ligornetto beträgt die Mächtigkeit der Aptychenschiefer wohl über 30 m. Aptychen sind hier nicht selten; die Hornsteinschichten, ebenso wie der damit wechselnde rothe Kalk sind erfüllt von Radiolarien. Die ganze Ablagerung zeigt die typischen Charaktere einer Tiefseebildung. — In höherm Niveau werden die Hornsteinlagen und damit auch die Radiolarien seltener, die rothbraune Farbe verschwindet, es treten röthliche und weisse, compacte Kalke auf, die, Biancone auch Majolica genannt, wohl das Tithon und die untere Kreide repräsentiren. Eine scharfe Trennung von Jura und Kreide ist in unserem Gebiete kaum möglich.

Die Kreidebildungen treffen wir in reicher Entwicklung in dem Hügelland der Brianza, südöstlich von Lecco, sowie in der Umgebung des Sees von Varese. Das vorherrschende Gestein ist die „Scaglia", graue, gelbliche Mergelschiefer, welche an der Luft in eckige Stücke zerfallen. Diese Ablagerung erinnert in ihrem Habitus wohl an den nordalpinen Flysch. Allgemein sind in der Scaglia jene Algenreste verbreitet, welche man als Fucoiden bezeichnet; andere Fossilien, wie Ammoniten, Inoceramen, Seeigel etc., die Anhaltspunkte zu genauerer Altersbestimmung liefern könnten, sind im Allgemeinen selten. Wichtig ist das Vorhandensein einer auf die Brianza beschränkten Conglomeratbildung innerhalb dieses Mergelcomplexes. Da dieselbe bei Sirone Hippurites cornu vaccinum und Actaeonella gigantea etc. enthält, entspricht sie den Gosauschichten der östlichen Nordalpen, gehört also der obern Kreide, dem Turon an. Durch dieses Conglomerat wird die ganze Masse der Scaglia in zwei Hälften getheilt: in eine untere, welche zugleich mit den harten Biancone-Kalken die untere Kreide vertritt und in eine obere, bedeutend mächtigere Abtheilung, deren Analogon wir in den ober- **Kreide.**

cretacischen Seewenschichten der Nordalpen erkennen. — In der Gegend von Induno und Varese fehlt in der Scaglia das Conglomerat mit Hippuriten; Steinmann (vgl. unten p. 311) erblickt hier in dem Auftreten von gröbern Sedimenten, wie allothigenen Kieselknollen und Kalkstücken, innerhalb der homogenen Scaglia die Anzeichen einer Transgression, somit die Grenzschicht zwischen unterer und oberer Kreide, der Neocom-Scaglia einerseits, der Turon- und Senon-Scaglia anderseits. — Gut bestimmbare Leitfossilien sind in der untern Scaglia kaum gefunden worden, Hauer erwähnt einen an Am. heliacus d'Orb. erinnernden Ammoniten aus der Gegend von Mombello am Langensee, Steinmann (vgl. unten p. 311) führt von Induno ein Ammonitenbruchstück an, welches vielleicht auf Barrême-Stufe schliessen lässt. Die obere Scaglia hingegen ist in der Brianza an einzelnen Stellen reich an Fossilien, aus der Gegend von Brenno und Merone werden Inoceramen und Acanthoceras Rhotomagense angeführt. — Die von Hauer mehrfach geäusserte Ansicht, dass die Scaglia der Südalpen mit den Seewenschichten der Nordalpen zu parallelisiren sei, erhält ihre Bestätigung durch den Nachweis einer entsprechenden Foraminiferenfauna. Steinmann (vgl. unten p. 312) fand in den flyschartigen Mergeln, die sehr schön längs der Olona, südwestlich von Induno aufgeschlossen sind, manche Bänke ganz erfüllt von einkammerigen Lagenen, daneben treten auf Textillaria globosa und Globigerina cretacea. Alle diese Formen hat Kaufmann aus den nordalpinen Seewerschichten nachgewiesen.

Tertiär. Eocäne Ablagerungen finden wir ebenfalls in der Brianza, ferner westlich von Varese um den Lago di Comabbio [1]), wo sie eine zusammenhängende Hügel-

[1]) Vgl. T. Zollikoffer. Géologie des environs de Sesto Calende. Bull. soc. Vaud. d. Sc. nat. T. IV. 1853—1855. p. 72.

gruppe bilden. Die untere Abtheilung besteht aus Nummulitenkalken, darüber lagert eine Conglomerat- und Sandsteinbildung. Unter den Geschieben, welche letztere zusammensetzen, herrschen körnige und schieffrige Amphibolgesteine, seltener sind Granite, Gneisse, Quarzite und Dolomit.

Aequivalente der am Nordrand der Alpen so weit verbreiteten miocänen Nagelfluh und Molasse erlangen auf der Südseite nur geringe Verbreitung. Der kaum 10 Km. lange und etwa 350 m. hohe Bergrücken des Monte Olimpino bei Como ist ein schwaches Nachbild der Bergmassen vom Rigi, Rossberg und Speer Die Nagelfluhbänke, mit Molassesandsteinen wechsellagernd, sind bis zu 60° steil aufgerichtet und fallen nach Südwesten ein. Das Material derselben besteht vorzugsweise aus krystallinen Gesteinen, Gerölle des dunkeln Liaskalkes sind vereinzelt. Es mag hervorgehoben werden, dass die als Miocän gedeuteten Conglomerate und Sandsteine grosse Aehnlichkeit zeigen mit jenen eocänen Schichten, welche sowohl in der Brianza als auch bei Varese concordant die Nummulitenkalke überlagern. Das gegenseitige Lagerungsverhältniss von Eocän und Miocän ist nirgends zu beobachten, da der Monte Olimpino fast allseitig von Diluvium umgeben ist. Auf der Strecke von Chiasso nach Como, sowie bei Stabbio treten die steil aufgerichteten Nagelfluhbänke längs einer Verwerfung in Berührung mit den Kalken des untern Lias.

Während die bis jetzt besprochenen eruptiven und sedimentären Bildungen bei der Entstehung des Alpengebirges alle in hohem Maasse dislocirt worden sind, haben die Ablagerungen aus der Zeit des jüngsten Tertiärs und des Diluviums weit mehr ihre ursprüngliche Lagerung beibehalten, wenn auch Dislocationen des

Pliocäns noch mancherorts nachzuweisen sind; die damalige Configuration des Landes war bereits von der heutigen nur wenig verschieden.

In dem Auftreten von marinen Ablagerungen des Pliocäns am Südfuss der Alpen erblicken wir einen charakterischen Zug gegenüber der Nordseite; als gleichzeitige Bildungen sind dort wohl die mancherorts weit verbreiteten Geröllablagerungen zu deuten, welche die Basis des eigentlichen Moränenterrains bilden. Die durch Erosion leicht zu zerstörenden Mergel des Pliocäns finden sich in unserem Gebiete nur an vereinzelten Punkten (Folla d'Induno bei Varese, Pontegana bei Chiasso und Paradiso bei Lugano), weiter westlich bei Masserano in der Nähe von Biella treten sie hingegen in zusammenhängenden Massen auf. Die geographische Verbreitung dieser Erosionsrelicte zeigt uns, dass das pliocäne Meer die ganze lombardische Ebene einnahm und auch den vorhandenen Thaleinschnitten folgend nach Norden fjordähnlich vordrang. Der höchste Pliocänpunkt unseres Gebietes liegt circa 380 m. über dem Spiegel des Mittelmeeres, weiter westlich am Oberlaufe des Po in den Meeralpen finden sich Pliocänablagerungen in der Höhe von 500 Meter.[1]) Ueberall wo die pliocänen Ablagerungen einigermassen gut entblösst sind, beobachten wir in den tiefern Horizonten das Vorherrschen von graublauen, fetten Mergeln (argille azzurre). Darüber lagern dünngeschichtete, gelbe oder braune Mergel (sabbie gialle), welche durchweg etwas sandig und sehr glimmerreich sind. Diese Mergel, namentlich die argille azzurre sind fast überall reich an marinen Conchylien; Taramelli führt 33 Species, Gastro-

---

[1]) Sacco. Sull' Origine delle Vallate e dei Laghi Alpini etc. Atti d. Real. Acad. di sc. nat. di Torino 1885. Vol. XX.

poden und Lamellibranchiaten an, wovon 21 im Mittelmeer und im atlantischen Ocean noch lebend vorkommen. Die Sabbie gialle enthalten eingeschwemmte Kohlenstücke und auf den Schichtflächen trifft man häufig Pflanzenabdrücke. Nach den Angaben von Sordelli fanden sich bis jetzt 26 Species (Pinus, Sequoia, Laurus, Cinnamomum, Populus, Platanus etc.), welche alle in ihrem Gesammthabitus eine nahe Beziehung zu obermiocänen Floren erkennen lassen, also auf tropisches oder subtropisches Klima hinweisen. — Als zeitliches Aequivalent des marinen Pliocäns finden wir mancherorts in Italien terrestrische, respective Süsswasser-Ablagerungen, die reich an Ueberresten von Säugethieren sind. Am Rande der Alpen sind solche Bildungen sehr vereinzelt, namentlich bekannt sind die Lignite von Leffe bei Gandino, in einem Seitenthale der Val Seriana nördlich von Bergamo, wo die mit Seekreide und Mergeln wechsellagernden Kohlenschichten Säugethiere enthalten, die theils der Fauna von Val d'Arno, theils derjenigen der Val di Chiana, d. h. sowohl der ältesten als auch der jüngsten Stufe des subapenninischen Pliocäns entsprechen.

Während sowohl in Piemont, als auch in Venetien und in Friaul die eigentlichen Moränenbildungen von dem jüngsten Tertiär durch mächtige Geröllmassen, fluviatilen Ursprunges geschieden sind, lagern die Moränen unseres Gebietes direct auf den Pliocänmergeln, aber immer ist eine scharfe Trennung beider vorhanden. Mehrere Geologen glaubten an einigen Stellen eine Vermengung von pliocänen und glacialen Ablagerungen zu sehen, und machten in Folge dessen die Annahme, dass die Gletscher bis an die Küste des pliocänen Meeres herabgestiegen seien. Wenn auch jene Beobachtungen sich als irrthümlich erwiesen haben, so erscheint es uns

Diluvium.

doch nicht unwahrscheinlich, dass zur Zeit, als in den obern Theilen des Veltlin, des Tessin- und Dora-Baltea-Thales Gletscher lagen, das Ufer des Pliocänmeeres nicht allzu weit vom Rande des Gebirges entfernt gewesen sein mag; hat doch Sordelli in den quartären Ablagerungen von Leffe und von Pianico in der Provinz Bergamo eine Flora nachgewiesen, welche zur Hälfte aus Pflanzen besteht, die heute in Nordamerika, in Klein- und Mittelasien sich finden, also ein wärmeres Klima erfordern. Die von Hochstetter eingehend geschilderten Verhältnisse auf Neu-Seeland geben uns vielleicht ein Bild des damaligen Zustandes der Südseite der Alpen.

Die Moränen am Südfuss der Alpen zeichnen sich mehr durch locale, mächtige Entwicklung, als durch weite horizontale Verbreitung aus. Vor den Ausgang eines jeden, grösseren Thales legt sich eine Reihe scharf umgrenzter, mächtiger Moränen, welche dicht gedrängt die Orographie der betreffenden Gegend bedingen. Es entstehen jene Moränenamphitheater, welche auf einen engen Raum begrenzt, gewaltige Zeugen der Thätigkeit der alten Gletscher sind. — Die hauptsächlichsten glacialen Transportlinien sind bezeichnet durch den Lago maggiore, den westlichen Arm des Luganersees mit dem Thal von Arcisate, ferner durch das Thal von Mendrisio und die beiden Arme des Comersees. Südlich von Como sind die Endmoränen wohl am schönsten entwickelt, es folgen sich hier in nahezu concentrischen Kreisbogen drei Moränenzüge, welche jeweilen eine Höhe von 60 bis 80 Meter erreichen. Die östlich daran sich anschliessenden Moränen der Brianza sind weit weniger zusammenhängend. Nach Süden zu finden sich Anzeichen alter Gletscher bis in die Nähe von Monza. — An mehreren Orten, wo die Gletscher grössere Mächtigkeit erreichen konnten, waren die einzelnen Gebiete durch

Seitenarme mit einander verbunden. An den Abhängen des Monte Crocione und ebenso an dem gegenüberliegenden Monte San Primo finden sich glaciale Ablagerungen bis in die Höhe von 600—700 Meter über dem Niveau des Sees von Como. Ein dem entsprechend mächtiger Gletscher konnte desshalb mit seinen Seitenzweigen sowohl das Thal von Menaggio bis Lugano, als auch die Senke zwischen Monte Galbiga und Monte Generoso, die Val Intelvi, erfüllen. Bei Lugano treffen wir eine grosse Moräne auf der Höhe des Monte Bré, ungefähr 600 Meter über dem Seespiegel; der Nordabhang des Monte San Salvatore besteht in seinem untern Dritttheil ebenfalls aus zum Theil erodirten Moränen. An letzterem Orte kann man eine untere und eine obere Moräne unterscheiden, welche verschieden zusammengesetzt sind und durch eine ca. 2 Meter mächtige Bank von Seekreide von einander getrennt werden (vgl. unten p. 294). Da die meist schön gekritzten Gerölle dieser Moränen alle auf östlichen Ursprung hinweisen, centralalpine Gesteine hingegen gänzlich zu fehlen scheinen, so darf wohl die Annahme als erwiesen gelten, dass einst vom Comersee her ein Eisstrom sich über Porlezza bis nach Lugano erstreckte und hier den im Agnothale von Norden heranrückenden Gletscher staute.

Nachdem in obigen Zeilen der Versuch gemacht worden ist, die im Excursionsgebiet entwickelten Formationen gemäss unseren heutigen Kenntnissen in chronologischer Reihenfolge kurz zu charakterisiren, bleibt noch die Aufgabe, die wesentlichsten Züge der Geotektonik zu skizziren. **Geotektonik.**

Es wurde bereits Eingangs darauf hingewiesen, dass die gefalteten, steil gestellten krystallinen Schiefer und

carbonischen Conglomerate des Seegebirges gegen Süden immer tiefer sinken und discordant von den jüngern Bildungen bedeckt werden. Wir finden also auch auf der Südseite der Alpen, allerdings ausnahmsweise, gerade so wie im Gebiet der nördlichen Centralmassive die Spuren eines postcarbonischen Gebirges.

Die Sedimente von Trias, Jura, Kreide und Eocän bilden ein im Grossen und Ganzen concordantes Schichtsystem; geotektonisch sind damit zu vereinigen jene Porphyrdecken, welche in der Gegend der südlichen Arme des Luganersees und weiter nach Westen hin die Basis derselben bilden.

Es mag schwer zu entscheiden sein, ob die mehrfach erwähnten positiven und negativen Bewegungen der Strandlinie, namentlich zur Zeit der Trias und des untern Lias und dann wieder zwischen älterer und jüngerer Kreidezeit, von Dislocationen der festen Erdrinde begleitet waren, durch welche Discordanzen innerhalb der mesozoischen Schichten bedingt wurden. Die erste in unserem Gebiete allerdings nicht sehr deutlich hervortretende Discordanz besteht zwischen Eocän und Miocän. Die Hebung der Alpen hatte schon vor der Miocänzeit begonnen und am Fusse des werdenden Gebirges häuften sich jene Conglomerate, welche den Monte Olimpino zusammensetzen. Die heutige orographische Gestaltung unseres Gebietes ist das Resultat der nachmiocänen alpinen Gebirgsbildung und der fortgesetzt thätigen Erosion.

Die Sedimente am Südrand der Schweizeralpen zeigen im Grossen und Ganzen, namentlich im Vergleich zu den Verhältnissen auf der Nordseite keine grossen Lagerungsstörungen. Der ganze Complex derselben bildet eine gegenüber dem Centralmassiv des Seegebirges tiefer gesunkene von Nord nach Süd geneigte Tafel,

deren einfacher Bau gelegentlich durch das Auftreten von Anticlinalen, Verwerfungen, auch wohl Ueberschiebungen und Blattverschiebungen sich complicirt. — In Beziehung auf die Art der Anlagerung der sedimentären Zone an das gefaltete Grundgebirge lassen sich deutlich zwei Typen erkennen. Westlich von Lugano, längs der Linie Paradiso-Laveno-Monte Nave-Grantola bis San Pietro am Lago maggiore, beobachten wir die Auflagerung der Sedimente auf die meist steil gestellten, krystallinen Schiefer; noch südlich dieser Linie tauchen jedoch in tiefen Thaleinschnitten oder längs Verwerfungen die Glimmerschiefer mehrfach unter der Porphyrdecke und den Triaskalken wieder hervor (vgl. Prof. I u. II). Gegen Osten, von Lugano bis San Abbondio am Comersee, hingegen sind die Sedimente an der Grenze gegen die krystallinen Schiefer steil aufgerichtet, sie erscheinen denselben angelagert und bilden eine nach Süden abbiegende Flexur, in welcher der östliche Arm des Luganersees, sowie der Lago del Piano liegen. Ein erneutes Auftauchen der krystallinen Schiefer südlich der Contactlinie findet hier nicht mehr statt. (Vgl. Prof. III.)

Den Bau des Gebietes westlich des Meridians von Lugano erläutern die Profile I und II. Am Nordabhang des Salvatore treffen wir zuerst die Sedimente in zusammenhängender Masse auftretend. Dass aber dieselben sich einst weiter gegen Norden erstreckt haben, beweist eine kleine Scholle von Buntsandstein und Felsitporphyr, welche oberhalb Manno discordant den krystallinen Schiefern aufliegt. Der Buntsandstein (Verrucano) am Fuss des San Salvatore ist gegen dieselbe um den Betrag von ungefähr 500 m. gesunken. Der Salvatore selbst stellt eine steile Synclinale dar; daran schliesst sich ein flaches SW—NO streichendes Gewölbe. Als

dessen entblössten Kern erkennen wir die Porphyre der Vorgebirge von Morcote und Brusin Arsizio, als dessen Südschenkel sind die Trias- und Juraschichten des San Giorgio und Poncione d'Arzo zu betrachten. In dem Südschenkel tritt bei Clivio eine kleine Secundärfalte auf und dann verschwinden die jurassischen Schichten unter der Decke quartärer Ablagerungen. Doch sehr bald erhebt sich aus der Ebene von Neuem ein Felsriff. Auf der kurzen Strecke von Stabbio bis Gaggiolo taucht nämlich, den äussersten Südrand des alpinen Gebirges darstellend, eine steilstehende Scholle von Hauptdolomit und Lias empor, an welche sich dann die nach Süden geneigten Conglomeratbänke der Molasse anlehnen. Sowohl gegen Norden als auch gegen Süden ist also das Felsenriff von Stabbio von den anliegenden Gebirgsgliedern durch Verwerfungen getrennt. (Vgl. cit. 35, Taf. IV, Prof. 5.) — Auf einem Querschnitt, welcher etwas weiter im Westen, dem beschriebenen Profile parallel verlaufend durch das Gebirge gelegt ist, treffen wir bis zu einem gewissen Grade analoge Verhältnisse. (Vgl. Prof. II.) Auch hier bildet die Porphyrdecke von Valgana mit den gelegentlich darunter emportauchenden krystallinen Schiefern den Kern einer flachen Anticlinale, deren Südschenkel von den aus der Ebene emporsteigenden Sedimenten des Sano della Corna und des Campo dei Fiori gebildet wird. Der Nordflügel der Anticlinale aber ist abgesunken längs einer Verwerfungsspalte, die der Anticlinalenaxe parallel von Cabgaglio über Bedero nach Brusimpiano und Figino am Luganersee verläuft.[1]) Der versenkte Porphyr mit

---

[1]) Gümbel (cit. 36, p. 578) nimmt an, dass diese Verwerfung sich noch weiter nach Osten fortsetzt und auch die Dolomite des Salvatore in zwei Hälften theilt.

den concordant darauf liegenden Sedimenten steigt nun nach Norden wieder empor und bildet auf der Höhe des Monte Selva und Monte la Nave eine schwach nach Süden geneigte Decke über den krystallinen Schiefern. — Noch weiter nördlich treffen wir auch hier Ueberreste der einst eine grössere Verbreitung besitzenden Porphyre und Sedimente. Allein dieselben liegen nicht wie oberhalb Manno normal auf dem gefalteten Grundgebirge, sondern bilden eine an mehreren Stellen steilstehende Scholle, welche beiderseits von krystallinen Schiefern eingefasst ist und sich vom Nordabhang der Tresa-Schlucht bis an den Lago maggiore hinzieht. — Aus den beiden beschriebenen Profilen ersehen wir, dass innerhalb der südlichen Sedimentzone der Alpen SW—NO verlaufende Verwerfungen häufig zu constatiren sind, bei der Alpenerhebung müssen hier die in schwache Falten gelegten Gesteinsmassen häufig in annähernd verticaler Richtung an einander verschoben worden sein.

In der Gegend östlich von Lugano erreichen die Sedimente eine viel mächtigere Entwicklung; es fehlen die Porphyre. Der geologische Bau ist bedeutend einfacher. Die im Hintergrund der Valsolda nach Süden steil einfallenden, Ost-West streichenden, Schichten der untern Trias verschwinden unter der Thalsohle des Sees von Porlezza. Die Berge am südlichen Ufer werden aufgebaut von schwach nach Süden geneigten Liaskalken, an deren Basis noch rhätische Schichten zu Tage treten, welche zweifellos in der Tiefe concordant auf ältern Triasbildungen auflagern. (Vgl. Prof. III.) Die Gesteinsschichten der Valsolda einerseits, des Monte Caprino und Monte Galbiga anderseits sind im mittlern Theil des Sees von Porlezza durch eine nicht sehr bedeutende Ost-West verlaufende Verwerfung von einander getrennt, weiter östlich jedoch, in der Gegend des Lago

del Piano verflachen sich einfach in der Thalsohle die am Abhang der Cima la Grona steilstehenden Schichten und fallen unter den Monte Galbiga ein. Die ganze Berggruppe des Monte Galbiga und Monte Crocione bildet eine flache Synclinale, in deren Mitte eine kleine Anticlinale sich bemerkbar macht. (Vgl. Prof. III und IV.) Bei Dizasco in der Val Intelvi tauchen die rhätischen Schichten unter der mächtigen Liasdecke wieder empor. Durch die Val Intelvi läuft eine Verwerfung und südlich derselben erheben sich die Liaskalke von Neuem und bilden in flachen Wellen die einheitliche Gebirgsmasse des Monte Generoso, Palanzolo und S. Primo. (Vgl. cit. 35, Taf. IV, Prof. VI, VII, IX, X, XII.) Nördlich und östlich der beiden letztgenannten Berge gelangen die rhätischen Schichten bis zum See von Como und Lecco zu mächtiger Entwicklung. Die nach Süden einsinkenden Liaskalke des Monte Palanzolo bilden, bevor sie unter der Ebene verschwinden westlich von Erba noch eine kleine Synclinale, in welcher die fossilreichen Schichten des obern Lias, sowie Jura und Kreide liegen.

Die dritte geognostische Einheit unseres Gebietes bildet die Grigna, deren geologischer Bau durch die Untersuchungen von Benecke klargelegt worden ist. (Vgl. cit. 39.) Das Gebirge zerfällt in zwei Hälften: die nördliche besteht aus muldenförmig gelagerten Muschelkalk-, Esino- und Raiblerschichten, die südliche aus einer regelmässig aufeinander liegenden, nach Norden geneigten Schichtserie vom Muschelkalk bis zum Hauptdolomit. Von den beiden Gipfeln der Grigna besteht demgemäss der nördliche, Moncodeno, aus Esinokalk, der südliche, Monte Campione, aus Hauptdolomit. Die Grigna meridionale ist gegenüber der nördlichen Grigna abgesunken und wird von letzterer längs einer Ost-West

verlaufenden Verwerfungslinie überschoben, so dass von Norden her Muschelkalk und Bundtsandstein an den Hauptdolomit der Südhälfte anstossen. Ausser dieser Ost-West verlaufenden Störung beobachten wir noch eine Nord-Süd gerichtete Dislocationslinie: die dem See von Lecco benachbarten Gebirgstheile sind gegenüber der Hauptmasse in horizontaler Richtung nach Süden verschoben. Das Gebirge südlich von Lecco ist nach Untersuchungen von Gümbel durch eine Verwerfung von der südlichen Grigna geschieden. (Vgl. Gümbel cit. 36, p. 566, und Geologie von Bayern, I. Theil, p. 711.) Wir begegnen hier einem in vollständig überkippter Lagerung nach Norden einfallenden Schichtsystem, in welchem die Rauchwacke der Raiblerschichten zu oberst und die Neocomschichten zu unterst liegen.

Interessant ist es nun den gegenseitigen Beziehungen der drei gesondert betrachteten Systeme nachzugehen. Die hauptsächlich aus Lias bestehenden Gebirge zwischen Comer- und Luganersee stellen die am meisten versenkte Scholle dar, worauf schon das steile Einfallen der Trias in der Valsolda hinweist. Der See von Lecco im Osten erscheint als eine Spalte, längs welcher nach der Annahme von Benecke nicht nur ein Absinken der westlichen Theile, sondern auch eine Horizontalverschiebung in der Nordsüdrichtung stattgefunden hat. — Da längs einer Nord-Süd verlaufenden Linie von Mendrisio bis etwas östlich von Campione Rhät und Lias theils an den permischen Porphyr anstossen, theils in gleichem Niveau mit Muschelkalk liegen, ist auch hier eine Absenkung der grossen Liastafel gegenüber dem westlichen Gebirge anzunehmen. Auch hier ist ausserdem eine meridiane Blattverschiebung zu constatiren, welche sich besonders schön in dem plötzlichen Aufhören des steilstehenden Muschelkalkes am Sasso

grande nördlich von Lugano zu erkennen gibt. Als die Folge einer mit dieser Horizontalverschiebung verbundenen Schleppung mögen die complicirten Lagerungsverhältnisse des am Monte Bré im Allgemeinen Nord-Süd streichenden Muschelkalkes, sowie die nach Süd gerichtete Umbiegung der rhätischen Schichten in den westlichen Theilen der Valsolda gelten. — Eine analoge meridiane Verschiebung aber ohne nachweisbare Absenkung scheint auch weiter im Westen längs der Val Cuvio stattgefunden zu haben. Der nordwestlich von Cuvio sich hinziehende Bergzug, welcher die Gipfel des Sasso del Ferro, Monte Nudo und Monte San Martino trägt, bricht gegen Osten plötzlich ab und entspricht der südöstlich von Cuvio sich erhebenden Bergkette des Campo dei Fiori, welche ihrerseits gegen Westen plötzlich aufhört.

Nach den gegebenen Auseinandersetzungen lässt sich der geologische Bau der lombardischen Alpen von der Grigna bis zum Lago maggiore in kurzen Worten folgender Maassen charakterisiren: Die im Grossen und Ganzen flach nach Süden sich senkende, etwas gefaltete Sedimenttafel wird durch Sprünge, welche einerseits der alpinen Streichrichtung parallel, anderseits senkrecht dazu verlaufen, in einzelne Schollen zerlegt, welche sowohl in verticaler, als auch in horizontaler Richtung an einander verschoben, in seltenen Fällen sogar überkippt sind.

Thal- u. Seebildung. Das besprochene Bergland ist von Thälern durchzogen, deren Richtung vorherrschend eine nord-südliche, seltener eine ost-westliche ist. Innerhalb dieser Thalsysteme liegen die grossen, alpinen Randseeen, der Lago maggiore, der Luganer- und Comersee u. a., deren

Entstehung enge verknüpft ist mit der Bildung der Thäler, welchen sie angehören. Einige Bemerkungen über Thal- und Seebildung auf der Südseite der Schweizeralpen mögen den Schluss der vorliegenden Darstellung bilden. Leider macht sich gerade hier, trotz der grossen Literatur über diesen Gegenstand, der Mangel an Specialstudien besonders fühlbar.

Die Entstehungsgeschichte der alpinen Thalsysteme können wir zu verfolgen versuchen bis über die Miocänenzeit hinaus. Von den Rinnsaalen der Ströme, welche aus den miocänen Alpen jene Geröllmassen hinausführten, die uns heute als bunte Nagelfluh entgegen treten, sind wohl bis auf die heutige Zeit noch Spuren erhalten geblieben. Alle Versuche, die Entwicklungsgeschichte unserer Flussläufe zu erklären, müssen naturgemäss mit der Reconstruction solcher alter „Stammthäler" in dem Gebiete der Alpen und des Vorlandes beginnen.[1]) Da die miocäne Nagelfluh auf der Südseite der Alpen viel weniger dislocirt ist, als auf der Nordseite, war wohl die nachmiocäne Gebirgsbildung jenseits der Alpen weniger energisch als diesseits, und in Folge dessen werden die Stammthäler im Süden eher erhalten geblieben sein als im Norden. Eine Eigenthümlichkeit vieler Thäler des Südabhanges, welche vielleicht als solche Stammthäler gelten können, ist es, dass sie am Rande der Ebene in tiefe Seen ausmünden, von denen einige keinen oberirdischen Abfluss besitzen wie Lago d'Orta, Lago di Como und Luganersee, während aus dem Lago di Lecco und dem Lago maggiore Adda und Ticino ausfliessen. Es ist von Bedeutung die Tiefe dieser Seen sich zu vergegenwärtigen:

---

[1]) Vgl. Rütimeyer. Thal- und Seebildung (Karte).

	Lago maggiore	Lago di Lugano	Lago di Como
Tiefe	375 m.	279 m.	414 m.
Höhenlage des Spiegels .	197 „	271 „	213 „
Tiefe unter Meeresniveau	178 „	8 „	201 „

Die geringere Tiefe des Luganersees gegenüber den beiden andern Seeen erklärt sich, wenn wir bedenken, dass derselbe kleinern, weniger tief erodirten Thälern angehört, während letztere in grossen, stark vertieften Thalsystemen liegen.

Gehen wir von der Anschauung aus, dass die heutigen Flussläufe mit ihren Seebecken in Beziehung zu miocänen Stammthälern zu bringen sind, so können wir einer Reihenfolge von Vorgängen nachspüren, welche successive den Stand der Dinge änderten und uns zur Jetztzeit hinüberleiten.[1]) Die erste Modification erlitten die alten Thäler durch die nachmiocäne Gebirgsbildung; quer zu ihrer Richtung bauten sich Riegel auf, welche die Wasser zu Seeen stauten. Der Monte Olimpino bei Como ist das typische Beispiel eines solchen Felsriegels.— Zur Pliocänzeit wurde das Land zwischen Alpen und Apennin vom Meere überfluthet. Durch die in die Ebene ausmündenden grossen Thäler mit ihren Seebecken waren demselben die Pfade vorgezeichnet, auf welchen es fjordartig nach Norden vordringen konnte. Das Vorkommen von pliocänen Mergeln am Nordrande des Luganersee, 90 m. über dessen Spiegel, ist der sicherste Beweis dafür, dass das Pliocänmeer die Becken der oberitalienischen Seeen einst erfüllt hat.[2]) Am Ende der Pliocänzeit trat eine Periode negativer Strandverschiebung ein

---

[1]) Vgl. Sacco, Sull' Origine delle Vallate e Laghi alpine etc. (Atti R. Acc. Sc. di Torino, vol. XX, 1885), p. 26: Quadro riassuntivo.

[2]) Durch diese Thatsache werden naturgemäss die betreffenden

das Land erhob sich bis zu 400 m. über den einstigen Meeresspiegel, der Südfuss der Alpen wurde trocken gelegt. In wie weit die oft erwähnten Ueberreste von marinen Faunen unserer Seeen für die Relictennatur derselben beweisend sind oder nicht, ist für uns ohne Belang, da die geologischen Verhältnisse zur Genüge beweisen, dass die drei grossen oberitalienischen Seeen in der That einstmalige beckenförmige Vertiefungen des Meeresbodens darstellen, aus welchen das Meer infolge negativer Verschiebung der Strandlinie zurückwich.[1])

Nach der erneuten Hebung des Landes begann die Erosion wieder mächtig zu wirken, die alten Stammthäler, theilweise von den jüngsten Meeresabsätzen erfüllt, wurden weiter vertieft, theilweise änderten sie wohl auch ihre Richtung, immer mehr den heutigen Verhältnissen sich nähernd.

Einen mächtigen Einfluss auf die Thal- und Seebildung in unserem Gebiete muss der Thätigkeit der grossen Gletscher zugeschrieben werden. In Beziehung auf die Entstehung der Seeen ist diese Einwirkung nach zwei Richtungen in Betracht zu ziehen. Einerseits wurden aus den alten Flussthälern und pliocänen Fjorden die pliocänen Mergel und Sande, sowie die altglacialen Schotter ausgeschürft, es fand eine Reexcavation statt, erloschene Becken wurden wieder von neuem ins Leben gerufen, — anderseits häuften sich im Vorlande die glacialen Trümmermassen am Rande der Gletscher an und bildeten so eine Schwelle, durch welche die Wasser in den dahinter liegenden, ausgekolkten Thalstrecken noch mehr gestaut wurden.

Ausführungen von R. Credner hinfällig. (Vgl. R. Credner. Die Relictenseeen. Peterm. Mitth. Ergänzungsband XIX, II. Th. p. 14 u. f.)

[1]) Vgl. R. Credner ibid. I. Th. p. 51, II. Th. p. 35.

III.

Tabellarische Uebersicht der im Excursionsgebiet auftretenden Formationen.

Zusammengestellt von **C. Schmidt.**

Quarterär.	**Alluvium**	. . . .	*Piano d'Agno, Thal von Cassarate bei Lugano.*
	Diluvium	*a)* **Moränen**	*S. Salvatore, M. Bré, Balerna, Viggiù-Brenno, Induno - Varese, Val Tresa, Bosco Rotello ob. Tremezzo.*
		b) **Interglaciale Seekreide**	*Pazzallo bei Lugano.*
Tertiär.	**Pliocân**	*a)* Gelbe glimmerreiche, sandige Mergel (Sabbie gialle) mit Laurus, Platanus, Cinnamomum etc. *b)* Graue fette Mergel (Argille azzurre) mit Cassidaria tyrrhena, Natica millepunctata, Arca diluvii, Pecten-de-Philippi etc.	*Folla d'Induno. Val Faido bei Induno, Pontegana bei Chiasso, Calprino bei Lugano.*
	Miocân	Nagelfluh mit Sandstein und Mergel.	*Monte Olimpino bis S. Maffeo b. Stabbio.*
	Eocân	Kalke, Sandsteine und Conglomerate m. Nummuliten.	*Comabbia. Brianza (Montorfano, Centemero).*

Kreide.	**Ob. Kreide**	*a)* **Obere Scaglia.** Graue Merkel und Kalke mit Inoceramus, Acanthoceras Rhotomagense.	*Brianza (Brenno u. Merone) Südl. v. Induno.*
		b) **Gosauschichten.** Conglomerat mit Hippurites cornu vaccinum u. Actæonella gigantea.	*Sirone in der Brianza.*
	Unt. Kreide.	*c)* **Untere Scaglia** und **Biancone.**	*Induno, Viggiù-Clivio, Brianza.*
Jura.	**Ob. Jura**	**Aptychenschiefer.** Rothe, dünngeschichtete Kalke und Hornsteinlagen mit Radiolarien u. Aptychen.	*Ligornetto u. Clivio. Erba.*
	Dogger	Bunte Mergel und Sandsteine m. Fucoiden.	*Induno.*
	Lias	*a)* **Ob. Lias.** (Calc. rosso ammonitico. Adnetherschichten). Rothe, sandige Kalke mit Harpoceras bifrons, H. serpentinum, H. Aalense, Phylloceras, Lytoceras, Terebratula Aspasia etc.	*Clivio, Besazio, Arzo, Induno, Erba.*
		b) **Mittl. und Unt. Lias** in verschied. Facies:	
		α) Saltrioschichten: Weisse, grünliche, licht graue, oolithische Kalke mit Arietites stellaris, A. bisulcatus, Nautilus, Pleurotomaria anglica, Cardinia hybrida, Gryphæa arcuata, Spirifer Walcotii etc.	*Saltrio, Viggiù, Induno, Eingang in die Margorabbia-Schlucht.*
		β) Brocatello d'Arzo (Hierlatzfacies). Rothe weiss geflammte Kalke, Breccien mit Terebratula vicinalis etc.; rothe sandige Kalke mit Apiocrinus (?)	*Arzo.*
		γ) Graue, dünnbankige Kalke mit Hornsteinlagen mit Lima succincta, Terebratula variabilis.	*M. Crocione, M. Galbiga, M. Generoso.*

Trias.	Stufe		Riff-Facies. Gyroporellen-Kalk. Diploporen-Kalk.
	Rhätische Stufe	**Kössener Schichten** (Zone der Avicula contorta) Schwarze Mergelschiefer mit Zweischalern u. Bactryllien; Lithodendronkalk mit Megalodonten (Conchodon), graue Kalke mit Terebratula gregaria. *(Tremezzina, Benetobel, Valsolda.)*	**Dachsteinkalk.**
	Karnische Stufe	**Hauptdolomit.** (Zone der Gervillia exilis u. des Turbo solitarius.) Klüftige Dolomite mit Megalodon Guembeli und Gyroporella vesicularis. *(Grigna meridionale, Boco Rotello, Poncione d'Arzo, Margorabbia - Schlucht.)*	
		Raibler - Schichten. (Zone des Trachyceras aonoides.) Gyps mit Rauchwacken, Mergel, schwarze Plattenkalke. *(Esino, Plateau v. Pendolina, Valsolda, Meride, Val Cuvio.)*	
	Norische Stufe	**Wengener - Schichten.** (Zone des Trachyceras Archelaus.) Schwarze Mergelschiefer mit Daonella Lommeli. *(Besano.)*	**Esinokalk.** Helle Kalke und Dolomite mit Natica monstrum, Chemnitzia, Arpadites, Arcestes, Diplopora annulata etc. *(Esino, Nördl. v. Lecco, Valsolda, Salvatore, S. Giorgio, Margorabbia-Schlucht.)*
		Buchensteiner - Schichten. (Zone der Trachyceras Reitzi.) Kieselknollen Kalke, Schiefer mit Daonella Taramellii, Pietra verde. *(Pasturo, Monte Bré (?))*	

	Muschelkalk	**Muschelkalk.** (Zone des Trachyceras binodosum u. trinodosum.) Dunkle, dünnplattige Kalke und Schiefer mit Saurier, Daonella Moussoni, Ceratites, Cœnothyris vulgaris etc. *(Perledo, Besano.)*	Lichte Kalke und Dolomite mit Trochiten, Ceratites, Pemphix. Cer. Luganensis etc. *(Nobiallo, Valsolda, Salvatore, S. Giorgio, Margorabbia-Schlucht, Bedero-Grantola, Voldomino.)*
	Bunt-Sandstein	**Werfenerschichten**	Sandsteine, rothe und graue Conglomerate mit Porphyrgeröllen. *(Südl. v. Bellano, Ruviana a. M. Bré, S. Martino, Riva S. Vitale, Eingang der Valgana.*
Dyas		**Verrucano**	
Dyas	Eruptiv-gesteine	**Quarzporphyre.** a) gangförmig *(Morcote, Melide, Maroggia).* b) deckenförmig *(Carona, Figino, Valgana).* **Pechsteine u. Felsophyre** (nur als Decken) *(Manno, Melano, Cunardo-Grantola, Voldomino).* **Porphyrite** (deckenförmig) *(Melide, Vico Morcote, Bissone-Maroggia, Brusin Arsizio).*	
Carbon.	Mittel-Carbon	Graues Conglomerat aus Quarziten und Gneiss bestehend, mit Sigillaria testulata, S. elongata, Calamites Cisti . . . . *(Manno).*	
Kryst.-Schiefer.		a) Glimmerphyllite mit Quarzlinsen. *(Lugano, Manno, Grantola.)* b) Hornblendeschiefer. *(Castagnola.)* c) Glimmerschiefer in Gneiss übergehend. *(Bellano, Gravesano, Morcote.)*	

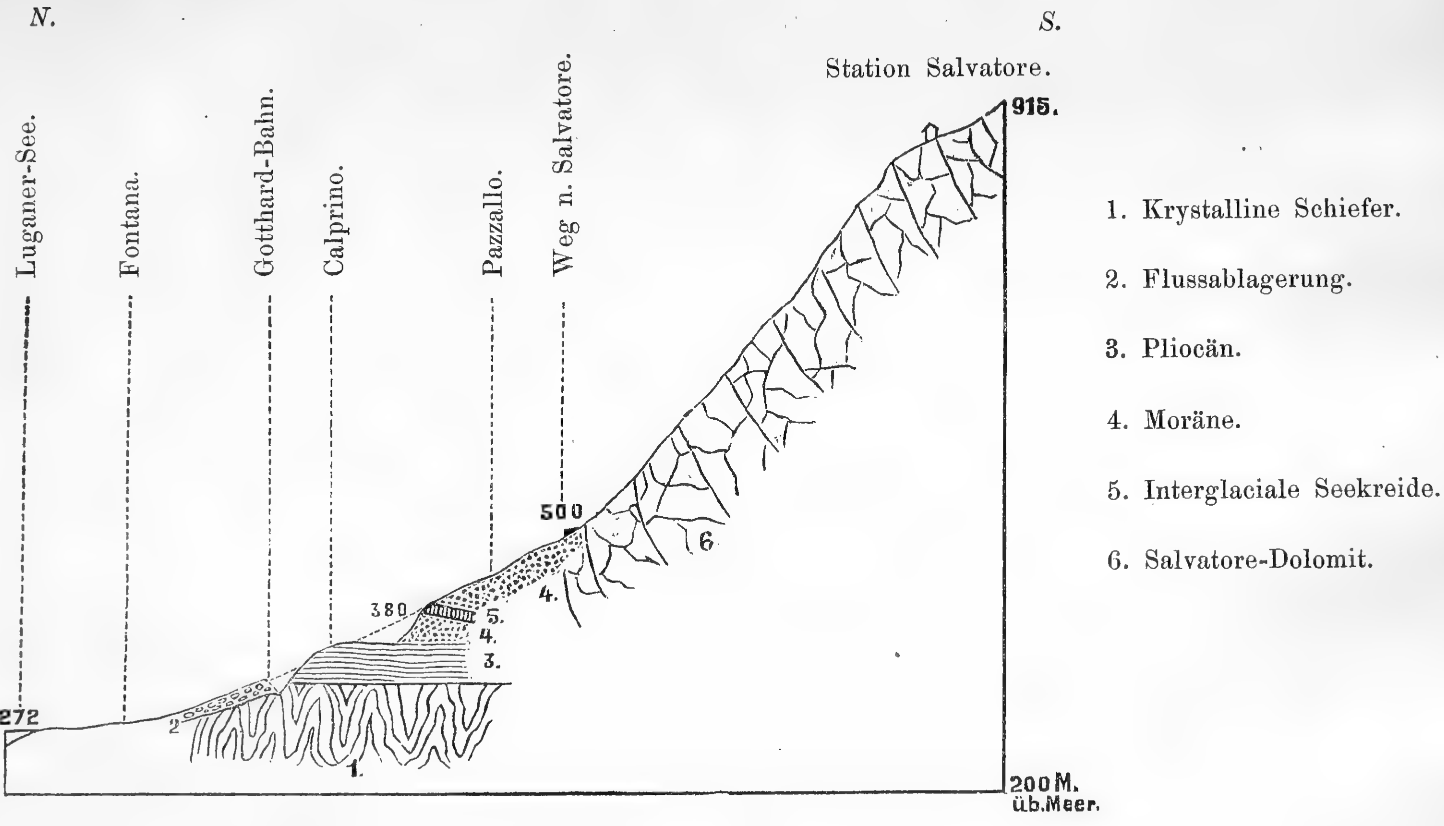
IV. Die pliocänen und glacialen Bildungen am Nordabhang des Monte San Salvatore.

Von
C. Schmidt.

Der Abhang des Monte San Salvatore, welcher Lugano zugekehrt ist, besteht aus zwei verschiedenen orographischen Elementen. Im untern Dritttheil ist die Böschung verhältnissmässig wenig steil, circa 8°, der Boden ist grösstentheils bebaut, es liegen hier die Ortschaften Calprino und Pazzallo. Oberhalb Pazzallo wird der Bergabhang plötzlich bedeutend steiler, die Böschung beträgt nun bis zum Gipfel circa 27°. Wo nicht der nackte Fels zu Tage tritt, verbreitet sich niederes Strauchwerk. In dem sockelartig vorspringenden, weniger steilen Theil finden wir als Untergrund steil stehende krystalline Schiefer, auf welchen Pliocän, sowie diluviale Flussablagerungen und Moränen lagern. Am Steilabsturz des Berges tritt überall der Triasdolomit zu Tage, aus welchem die Hauptmasse des San Salvatore besteht.

Durch den Bau der neuen Drahtseilbahn wurden diese jüngern Bildungen an der Basis des Berges z. Th. in tiefen Einschnitten durchquert. Das beistehende Profil gibt ein Bild der Verhältnisse, wie sie längs der Bahnlinie beobachtet werden konnten.

Gleich oberhalb des Stationsgebäudes Paradiso ist ein ziemlich tiefer Einschnitt in den steilen Abhang gegraben. Hier ist eine fiuviatile Geröllablagerung entblösst, welche in typischer Weise Deltastructur zeigt. Unter den Geröllen bemerkt man sehr bald zahlreiche bis Hühnerei-grosse eckige oder kantengerundete Kalk-



Höhe = 1 : 10,000. Länge = 1 : 20,000.

stücke, welche in ausgezeichneter Weise Glacialkritze besitzen; wir haben offenbar das Abschwemmungsproduct einer benachbarten Moräne vor uns.

Hinter der besprochenen ersten Böschung liegt die Gotthardbahnlinie, welche, häufig den Abhang anschneidend, horizontal um die Südostecke des Salvatore herumläuft. An vielen Punkten treten längs derselben die krystallinen Schiefer, welche das eigentliche Fundament des Berges bilden, zu Tage. Die erst besprochene Flussablagerung muss als eine locale Bedeckung derselben gelten.

Die abrasirten Falten des Grundgebirges werden überlagert von Pliocän, braungelben, sandigen, glimmerreichen Mergeln, welche dünngeschichtete Lagen bilden. Das ganze System erreicht eine Mächtigkeit von circa 40 m. und liegt fast vollkommen horizontal. Die absolute petrographische Identität mit den typischen pliocänen Sabbie gialle der Folla d'Induno bei Varese lässt uns kaum im Zweifel über die Natur dieser Ablagerung. Auf der Excursion der Soc. géol. helv. wurden in den Mergeln Blattabdrücke gefunden, das besterhaltene Stück, welches Herr Collot aus Dijon auffand, dürfte, nach freundlicher Mittheilung, den Abdruck eines Buchenblattes darstellen. Herr Professor Steinmann, welcher zuerst diese Mergeln als Pliocän erkannt hat, konnte in denselben Foraminiferen nachweisen.

Das beschriebene Pliocän ist das am weitesten nach Norden vorgeschobene, es liegt circa 360 m. über Meer, also 90 m. über dem Spiegel des Luganersees. Die benachbarten südlichen Pliocänablagerungen liegen bei Pontegana nördlich von Chiasso circa 300 m. und bei der Folla d'Induno, nördlich von Varese circa 380 m. über Meer. Weiter im Westen in den Meeralpen finden sich, wie Sacco angibt, Pliocänschichten bis in die Höhe

von 500 m. — Diese Verhältnisse weisen auf eine grossartige negative Strandverschiebung seit der Pliocänzeit hin, die wohl verursacht wurde durch weiter fortschreitende Hebung der Alpen. Die Differenzen im Niveau des Pliocäns erklären sich durch örtlich wechselnde Intensität dieser Hebung.

Am Salvatore treten die Pliocänmergel oberflächlich selten zu Tage, da sie sehr leicht zerfallen und mit dichter Vegetation sich bedecken. Am schönsten aufgeschlossen treffen wir sie in einem Thälchen, welches südlich von der Drahtseilbahnlinie in den Bergabhang einschneidet. Durch die Bahnarbeiten wurde der Contact des Pliocäns mit der hangenden Moräne aufgeschlossen. Wie an allen Stellen, wo dieser Contact direct zu beobachten ist (Pontegana, Folla), treffen wir auch hier eine scharfe Trennung und keineswegs eine Vermengung von Pliocän und Glacial.

Die glacialen Bildungen bestehen aus einer untern Moräne, einer Bank Seekreide und aus einer obern, mächtigeren Moräne. Ueber den sandigen, wohl geschichteten Mergeln des Pliocäns lagert die 30 m. mächtige untere Moräne. Die Hauptmasse derselben besteht aus einem blauschwarzen, fetten Thon, in welchem zerstreut recht reichlich Gerölle von schwarzen, seltener hellen Kalken liegen, die alle schön gekritzt sind, ganz vereinzelt finden sich krystalline Gesteine. Die schwarzen Kalke entstammen wohl theils dem untern Lias, theils den Raibler Plattenkalken.

Ueber dieser Moräne liegt, am obern Ende des Viaductes aufgeschlossen, eine deutlich geschichtete, sehr wenig gegen den Berg hin einfallende, circa 2 m. mächtige Ablagerung einer graugelben, sandigen Masse, in welcher zahlreiche Kohlenstücke und viele kleine Muschelschalen liegen. Gegen die liegende Moräne ist diese

Bildung scharf abgegrenzt. Bei näherer Untersuchung erwies sie sich als Seekreide, deren Lage 100 m. über dem Spiegel des Luganersees allerdings sehr bemerkenswerth ist. Eine Probe enthielt 84,41 % in Salzsäure lösliche Substanzen (Carbonate). Der unlösliche Theil bestand aus 11,05 % anorganischer und 4,09 % organischer Substanz. Der in Salzsäure unlösliche braune Rückstand wird durch Glühen entfärbt; unter dem Mikroskop lassen sich in demselben Quarzkörner, Glimmerblättchen, sowie Kieselnadeln von Spongillen und Schalen von Diatomeen nachweisen.

In Beziehung auf ihre Mikrofauna zeigt die Seekreide am Salvatore die grösste Aehnlichkeit mit einer entsprechenden, pliocänen oder altglacialen Ablagerung von Leffe in der Val Gandino, aus welcher Bonardi und Parona ebenfalls eine grosse Zahl von Diatomeen und Spongillen beschrieben haben.[1]) In den vorliegenden Proben vom Salvatore sind die Diatomeen häufiger als die Schwammnadeln; es finden sich besonders reichlich die von Ehrenberg aufgestellten Arten Epithemia, Eunotia, Gallionella; etwas seltener sind vorhanden Navicula und Pinnularia. Alle diese Arten gehören vorzugsweise dem süssen oder brackischen Wasser an und zwar finden sie sich sowohl lebend als auch fossil in jüngern Ablagerungen; Gallionella ist in Gewässern der höchsten Alpenregionen nachgewiesen. — Die Schwammnadeln sind glatt und dürften zu Spongolithis acicularis Ehr gehören. Ein analoges Vorkommen von Schwammnadeln in diluvialen Süsswasserablagerungen wurde von J. H. Carter beschrieben.[2])

---

[1]) Bonardi e Parona, Ricerche micropaleontologiche sulle argille del Bacino lignitico di Leffe in Val Gandino. (Atti d. Soc. it. di Sc. Nat. Vol. XXVI.)

[2]) Vgl. J. H. Carter, Spicules in the Diluvium of the Alt-

Die in der Seekreide reichlich vorhandenen Muschelschalen sind alle sehr zerbrechlich, die grössern gehören Unionen an, die kleinern wurden durch Schlemmen isolirt. Nach einer freundlichen Mittheilung von Herrn Prof. Dr. Andreæ in Heidelberg liessen sich darunter erkennen: 1. Bythinia tentaculata L. sp., nur Deckel, alle von kleinen Individuen stammend. 2. Valvata (Tropidina) cf. macrostoma Steen. sp., alles sehr kleine Exemplare. Ausserdem fanden sich noch ganz unbestimmbare Embryonalenden von Valvaten und andern Gastropoden. Die qualitative und quantitative Dürftigkeit dieser Molluskenfauna findet wohl ihre Erklärung in der interglacialen Lage der Seekreide.[1])

Ueber der Seekreide lagert eine zweite 70 m. mächtige Moräne. Als die Wände des Bahneinschnittes noch nicht vermauert waren, zeigte es sich, dass hier im Gegensatz zu der untern Moräne Gerölle vorherrschen. Es sind, theilweise in grossen Blöcken, helle und dunkle Kalke, sowie rothes Verrucano-Conglomerat und krystalline Gesteine vertreten. Grosse Findlinge von Granit, Diorit und Gneiss sind in demselben Niveau links und rechts der Bahnlinie am Bergabhang verbreitet. — Da

---

mühl Valley. Bavaria. (Ann. and Mg. Nat. Hist. Ser. 5, t. 15, f. 18. 1883, p. 329—333. — Ref. Neues Jahrb. 1885, II, p. 207.)

[1]) Nach Mittheilungen von Sordelli (Atti della Soc. It. di Sc. Nat. Vol. XXI, p. 228 und p. 894) fand Taramelli bei Calprino in einer lacustren Ablagerung, die allmählig in reine Moräne übergehen soll, folgende Pflanzen: Abies excelsa, Fagus silvatica, Buxus sempervirens, Carpinus betulus, Acer pseudoplatanus. Bei dem Mangel an genauerer Ortsangabe und petrographischer Beschreibung des Gesteins mag man im Zweifel sein, ob diese Bildung mit den von uns als Pliocän gedeuteten Mergeln identisch ist, oder in Beziehung zu der interglacialen Seekreide gebracht werden muss. Es scheint mir das Erstere der Fall zu sein.

wo der Weg nach dem Salvatore die Bahnlinie kreuzt, 500 m. über Meer, erreichen die glacialen Ablagerungen ihr Ende, es tritt der Dolomit zu Tage und damit beginnt der Steilabsturz des Berges. — Unter den Geröllen, welche in den beschriebenen Moränen sich finden, fehlen durchaus ächte alpine Gesteine, wie Tessinergneisse oder Gotthardprotogine. Die vorherrschenden Kalke entstammen, soweit sich etwas über ihre Natur aussagen lässt, der Trias und dem Lias und haben ebenso wie die rothen Verrucano-Conglomerate ihre Heimat auf der Südseite der Alpen. Aequivalente der vorhandenen krystallinen Gesteine finden wir am Nordende des Comersees und im Veltlin. Die von Taramelli geäusserte Ansicht, dass die Moränen am Monte Salvatore, ebenso wie diejenige auf dem Monte Bré, von einem von Osten her in dem Thale von Porlezza heranrückenden Gletscher abgelagert worden seien, findet also ihre Bestätigung.

Die geschilderten Verhältnisse lassen sich wohl folgender Massen genetisch erklären: Nachdem die in einem weit nach Norden vorgedrängten Arme des Pliocänmeeres abgelagerten Mergel längere Zeit trocken gelegen und sich verfestigt hatten, rückte von Osten her der Gletscher heran und bildete die untere Moräne, deren vorherrschend thoniges Material wohl als Aufarbeitungsproduct der liegenden Mergel betrachtet werden kann. Durch diese Moräne wurden die Wasser am Bergabhange gestaut: ein kleiner See entstand mitten in der Gletscherlandschaft, auf dessen Grunde lagerte sich die Seekreide mit den Ueberresten einer spärlichen Fauna ab. — Bei einem erneuten Vorstoss der Eismassen wurde die Seekreide von einer zweiten, mächtigeren Moräne eingedeckt. — Alle diese an dem Bergabhang angelehnten Gebilde fielen theilweise der Erosion

anheim und in der zuerst erwähnten Flussablagerung erkennen wir die Abschwemmungsproducte der höher liegenden Moränen.

V. Bemerkungen über Trias, Jura und Kreide in der Umgebung des Luganer Sees.

Von

G. Steinmann.

1. Trias.

Die faciellen Verschiedenheiten der alpinen Trias sind schon in der nächsten Umgebung von Lugano in ausgezeichneter Weise zu beobachten. Der in der Literatur vielfach behandelte Monte Salvatore tritt uns als ein typischer Dolomitberg entgegen. Nur die tiefsten Schichten der Trias, die untersten Lagen des Muschelkalks wohl mit umfassend, sind geschichtet;[1]) alles Höhere bis zur Spitze ist ungeschichteter Dolomit. Die gefundenen Fossilien deuten auf Muschelkalk, Esino-Schichten und Hauptdolomit hin. Korallen vom Charakter der Lithodendren trifft man am Wege, der von Lugano zur Spitze führt, dicht ehe man das Hochplateau erreicht. Die Vermuthung, dass hier Dolomite verschiedenen Alters durch eine Verwerfung neben einander gebracht seien, findet in der deutlich muldenartigen Lagerung der älteren Triasschichten keine Bestätigung;

---

[1]) Bei Carabbia, an der W.-S.-W.-Seite des Monte Salvatore fand Herr Dr. Schmidt Kieselknollenkalke, nicht hoch über der krystallinen Unterlage der Trias. Ich selbst sah solche, aber nur als Gerölle am N.-Abhange des Berges zwischen Paradiso und Calprino.

wir können auch in einer durchgehends dolomitischen Ausbildung der Trias vom untern Muschelkalk an bis zum Rhät um so weniger etwas Auffälliges sehen, als das später zu erwähnende, vollständig ungestörte Profil der Valgana-Schlucht bei Induno die gleiche Art der Entwickelung zeigt, wie wir dieselbe hier annehmen.

Der bis zu seiner Spitze cultivirte, den Monte Salvatore an Höhe noch überragende Monte Bré im O. von Lugano steht im auffälligen Contraste zu seinem unwirthlichen Gegenüber. Ueber den krystallinen Schiefern, welche an der Strasse nach Castagnola erschlossen sind, folgt, wie am oberen Ausgange des Dorfes Ruviano beobachtet werden kann, nicht sofort der Verrucano, sondern es schiebt sich dort noch eine, auf Bl. XXIV der schweizer geologischen Karte übersehene Lage von rothem Porphyr ein.[1]) Ueber dem schlecht sichtbaren Verrucano folgt bis zur Spitze des Berges ein ziemlich mächtiger, aber wegen der mannigfachen Faltungen schwer in seiner richtigen Mächtigkeit zu schätzender Complex grauer, feingeschichteter Mergelkalke und schwarzer splittriger Hornstein-reicher Kalke, letztere in einem Steinbruche am südlichen Aufstiege entblösst. Fossilien sind keineswegs häufig, aber schon in den Wegmauern sieht man hier und dort Blöcke mit meist verkieselten Encrinus-Gliedern und Terebratula-Schalen, die auf Muschelkalk schliessen lassen. Anstehend sind die Terebratelbänke in einem kleinen Anbruche, westlich der Spitze des Berges dicht unter der Höhe zu beobachten. Die Kieselknollenkalke besitzen den Charakter der Buchensteiner-Schichten, das einzige darin gefundene makroskopische Fossil, Pentacrinus dubius, ist zur Feststellung des Alters nicht brauchbar. Nach der schweizer Karte mussten wir beim Auf-

---

[1]) Auch von Taramelli (l. c., p. 137 ff.) erwähnt.

stieg zur Spitze des Monte Bré nur ein kleines Stück Muschelkalk, aber mächtig entwickelte Contorta-Schichten (K. K.), und schliesslich auf der Höhe „Keuperdolomit“ (= Dachsteinkalk) antreffen, was aber keineswegs der Fall ist. Denn nur wenige Meter unter der Spitze findet sich, wie oben erwähnt, Terebratula vulgaris im anstehenden Gestein. Die Lagerungsverhältnisse der Trias am Monte Bré lassen sich ohne genauere Begehung nicht aufklären. Bemerkenswerth, weil in jener Gegend nur local anzutreffen, sind die Schichtenstauchungen, welche man am Südabhange des Berges am Wege zwischen den Dörfern Bré und Ruviano beobachtet.

Der Kieselknollenkalk enthält ausser den nicht seltenen Stielgliedern von Pentacrinus dubius Gf. zahlreiche mikroskopische Fossilreste, die schon auf der grau verwitterten Oberfläche unter der Lupe als rundliche oder lineare Aushöhlungen hervortreten. Unter dem Mikroskop erweisen sich sowohl die Kalk- als auch die Hornsteinmasse überaus reich an Spongiennadeln, die in den Hornsteinen kieselig, in den Kalken kalkig sind. Das Gestein besteht etwa zur Hälfte aus Schwammnadeln, zur andern Hälfte aus kalkiger bezw. kieseliger Gesteinsmasse. Die Axencanäle der Nadeln treten auf Quer- und Längsschliffen deutlich hervor. Im Schliff scheinen die Nadeln zwar zum grössten Theile einfach stabförmig zu sein und Monactinelliden anzugehören; doch beweisen die gelegentlich sehr deutlich zu beobachtenden Zwei- oder Dreitheilungsstellen, dass auch Tetractinelliden-Elemente darunter sind. Vielleicht stammen sogar alle Nadeln von Tetractinelliden ab.[1])

---

[1]) Die Knollenkalke von Buchenstein selbst zeigen u. d. M. nebst zahlreichen Durchschnitten einer dünnschaligen Muschel ähnliche Durchschnitte, wie die Knollenkalke des Monte Bré; doch

Der gleiche Unterschied, der in der Ausbildung der Muschelkalkschichten zwischen den beiden nahe benachbarten Bergen bei Lugano sich zu erkennen gibt, tritt auch gegen O. zu deutlich hervor. In der Valsolda zwischen Lugano und Porlezza folgen unter den mächtig entwickelten rhätischen Schichten fast ausschliesslich Dolomite von bedeutender Mächtigkeit, die dem Salvatore-Dolomit dem Alter nach entsprechen. Mergelige Zwischenlagen, wohl als Raibler-Schichten anzusprechen, sind nur in ganz geringer Mächtigkeit der oberen Abtheilung der Dolomitmasse (vor der Alpa di Dasio) eingeschaltet. Die Dolomit-Facies des Muschelkalkes, wie sie im Norden der Valsolda entwickelt ist, keilt sich aber gegen den Monte Bré zu aus; nur an dem nördlichen Aufstiege von Lugano zum Dorfe Bré treten noch wenig mächtige Dolomitlagen in den Mergelkalken auf.

In ähnlicher Weise wie am Monte Salvatore sind die vorrhätischen Glieder der Trias in der durch die neue Strasse von Induno nach Valgana erschlossenen Schlucht der Margorabbia entwickelt.[1]) Während es nach den am Monte Salvatore herrschenden Lagerungsverhältnissen und nach den von dort bisher bekannt gewordenen Fossilien nur als wahrscheinlich gelten kann, dass daselbst die Riffacies continuirlich vom Muschelkalk bis in die karnische Stufe fortsetzt, so kann man sich hier an einem bequem zugänglichen, vom Porphyr bis in die

---

konnte ich keine deutliche Nadelform an denselben erkennen und es wäre nicht unmöglich, dass an Stelle von Kieselschwammnadeln Radiolarien vorhanden gewesen wären. Form und Grösse der Durchschnitte würde mit dieser Annahme nicht im Widerspruche stehen; das vorliegende Material reicht zur Entscheidung der Frage aber nicht aus.

[1]) Taramelli l. c. p. 150.

Kreide erschlossenen Profile davon überzeugen. Vom Gebirge herkommend treffen wir über dem Verrucano bezw. den Werfener-Schichten eine sehr mächtige, ununterbrochen aufgeschlossene Masse von Dolomit, der fast durchgängig massig und leider auch fast fossilfrei erscheint. Nur an zwei Stellen konnte ich deutlich plattige, harte, aber nur wenige handbreit mächtige Kalklagen beobachten, die auf kurze Unterbrechungen der Riffbildung schliessen lassen. In der Dolomitmasse, welche von diesen beiden Lagen eingeschlossen ist, finden sich (unmittelbar vor dem Ausgange des ersten Tunnels) schlecht erhaltene, aber als solche erkennbare Diploporen und Gastropoden, die wohl auf Esino-Schichten hinweisen. Hiernach könnte man die oberen plattigen Kalke vielleicht als den Vertreter der Raibler-Schichten (Plattenkalke) betrachten, die weiter gegen Osten sich als gesonderter Horizont abheben. Auf die Dolomite folgen die rhätischen Schichten, aus welchen Taramelli (l. c., p. 150) Korallen, Muscheln und Schnecken citirt. Wie am gleichen Orte angegeben, ist eine Zweigliederung der rhätischen Stufe bemerkbar: der Hauptdolomit wird vom Dachsteinkalk (in welchem Dr. Schmidt ein Megaladon fand) durch gelbliche, geschichtete Mergelkalke getrennt. Bemerkenswerth ist aber immerhin das fast vollständige Zurücktreten des thonigen Elementes in der untern Abtheilung gegenüber den mächtigen Massen von Mergeln und Mergelkalken in den Rhätprofilen am Comer See. Schon in der Valsolda im Norden vom Luganer See beginnt das mergelige Element zurückzutreten, um gegen S.-W. fast ganz zu verschwinden. Die untere, aus geschichteten Kalken und Mergelkalken bestehende Abtheilung der rhätischen Schichten in der Margorabbia-Schlucht enthält zwei, je kaum 1 m. an Mächtigkeit erreichende Mergellagen,

welche voll von gerundeten oder unregelmässigen, zwischen Nuss- und Kindskopf-Grösse schwankenden Kalkknollen sitzen. Während der „Mergel“, der diese Knollen einschliesst, in der einen Schicht aus Kalkkarbonat, Dolomit- und feinem Quarzsand mit ganz geringen Beimischungen von Thon besteht, in der andern Schicht ein grünlicher mit Kalkspathkrystallen erfüllter Thon ist, lösen sich die grauen Kalkknollen in Essigsäure auf, bis auf kleine Reste von Eisenkies. Ihrer knolligen Gestalt und der an Cystocarpien erinnernden, mit durchsichtigem Kalkspath erfüllten Hohlräume wegen, denkt man in erster Linie an Lithothamnien. Die für dieselben charakteristische Zellstructur lässt sich in Schliffen auch noch nachweisen; ebenso treten die Cystocarpien auf der angewitterten Oberfläche als kreisrunde Löcher hervor. Bruchstücke anderer Fossilreste, insbesondere von Brachiopoden sind von den Kalkalgen umwachsen. Wir haben demnach hier das Auftreten einer Brachiopodenfacies der rhätischen Schichten unter dem Dachsteinkalk vor uns. Dass dieselbe nicht deutlicher zur Entwicklung gelangt ist, scheint mit dem Zurücktreten des rein mergeligen Sediments zusammen zu hängen.

Es muss zugegeben werden, dass das Triasprofil der Margorabbia-Schlucht eine doppelte Deutung zulässt. Eine durchweg riffartige Ausbildung der vorrhätischen Glieder tritt uns hier entgegen, aber wegen der Fossilarmuth derselben, insbesondere wegen des vollständigen Fehlens jeglicher Cephalopodenreste kann ein Zweifel daran aufkommen, ob auch alle Glieder bis zum Muschelkalk hinunter in dieser Riffmasse vertreten sind. Es wäre ja denkbar, dass ein Theil der Schichtenfolge ganz fehlte und dann läge es am nächsten, an die Abwesenheit des Muschelkalks, vielleicht auch eines Theiles der norischen Stufe zu denken. Befinden wir uns doch hier

in dem westlichsten Theile des südalpinen Triasgebietes, wo man an ein allmähliges Auskeilen dieser Formation denken könnte. Ich vermag aber einer derartigen Auffassung nur einen geringen Grad von Wahrscheinlichkeit zuzuerkennen, besonders in Hinblick auf die bemerkenswerthe Aehnlichkeit, welche zwischen dem Triasprofile der Margorabbia-Schlucht und dem des Monte Salvatore besteht. Vom letztgenannten Punkte sind Fossilien des Muschelkalks, der norischen und karnischen Stufe bekannt geworden. Wie ferner Mojsisovics zutreffend hervorgehoben hat, liegen keinerlei Anhaltspunkte für die Annahme einer Verwerfung am Monte Salvatore vor, man sieht vielmehr nur eine einfach muldenförmige Lagerung. Die Fossilfunde von Besano und La Resa (im obern Olona Thale), über welche Mojsisovics (l. c. p. 716) berichtet, beweisen ja auch, dass in nächster Nähe der Margorabbia-Schlucht der Muschelkalk noch vertreten ist. Die Verschmelzung des Muschelkalks, der norischen und karnischen Stufe zu einer beträchtlich reducirten, nur hier und dort durch geschichtete Einlagerungen unterbrochenen Riffmasse, zeichnet die Triasentwickelung zwischen Luganer- und Langensee an vielen Punkten aus. Trotz seiner Fossilarmuth dürfte das Profil der Margorabbia-Schlucht dieses interessante Verhalten am klarsten zum Ausdruck bringen. Nur die tieferen Theile des Muschelkalks sind zum Theil verdeckt. Das Zurücktreten der Mächtigkeit, insbesondere die Reduction der Mergelmassen, erstreckt sich hier aber auch auf die rhätischen Schichten.

2. Jura und Kreide.

Die Oberfläche des Dachsteinkalkes war in der Gegend zwischen dem Luganer- und dem Langensee auf keinen Fall eine gleichmässige, als die Kalke des untern

Lias sich darauf ablagerten. Während in dem Profile der Margorabbia-Schlucht am untersten Tunnel helle und dunkle Kalksteine, dem Saltrio-Kalk ähnlich, der Trias ganz normal aufzuliegen scheinen, ja man sogar im Zweifel sein kann, an welche Stelle man die Grenze zwischen beiden Formationen legen soll, beobachtet man in den Marmor-Brüchen östlich von Arzo eine sehr unregelmässige, taschenförmige Einlagerung des Lias im Dachsteinkalk. Die eisenreichen Lias-Kalke heben sich scharf von der grauen Unterlage ab, und dadurch wird es möglich die Unebenheiten der letzteren auch auf weitere Entfernung hin zu verfolgen.

In den Brüchen sowohl als im Bachbette tritt die tiefe Zerfurchung des Dachsteinkalkes zu Tage. Die ältesten Liassedimente bestehen an manchen Stellen aus einer gröberen oder feineren Breccie, die aus der Zerstörung des Dachsteinkalkes hervorgegangen ist. Die eckigen Dolomitstücke wurden durch geringe Mengen des rothen, zum Theil auch weissen Liaskalkes verkittet; sie erreichen zum Theil eine beträchtliche Grösse und verdienen den Namen Blöcke. Die Hauptmasse des hier sichtbaren Lias wird durch röthlichen Marmor gebildet, den man in grossen Mengen gewinnt. Er ist durch seinen Reichthum an Brachiopoden, Crinoiden und Pharetronen ausgezeichnet. Meist sind die Crinoiden zerfallen, aber gelegentlich finden sich in intensiv roth und (von Mangan) bräunlich gefärbten sandigen Lagen dicke Wurzelstücke und runde Stielglieder, die man bis zur Auffindung von Kronen zu Apiocrinus stellen muss. Die jungen Wurzeln gleichen den Wurzeln des ausgewachsenen Encrinus liliiformis. Hier erscheint also zur ältern Liaszeit Apiocrinus gesteinsbildend neben Pentacrinus.

Wir glauben nicht fehl zu gehen, wenn wir in diesen Lagerungsverhältnissen eine Analogie zu dem mehrfach

discutirten Auftreten des Lias in den Ostalpen erblicken. Hier wie dort müssen wir annehmen, dass die Dachsteinkalke, welche als Kalkriffe schon eine ursprünglich unebene, schrundige Oberfläche dargeboten haben werden, zeitweise an gewissen Stellen über den Meeresspiegel hervorragten, dass sie auch wohl erodirt wurden und mit terra rossa sich bedeckten. Als sie dann in Folge einer, zunächst wohl kaum beträchtlichen, positiven Strandverschiebung zur Zeit des unteren Lias vom Meere allmähliger wieder bedeckt wurden, konnten sich gleichzeitig in geringer Entfernung von einander sehr verschiedenartige Sedimente bilden. Gröbere und feinere Dolomitbreccien entstanden am Fusse der Riffe, reinere Kalke in einiger Entfernung davon. Die abgespülte terra rossa bedingte die intensiv rothe Farbe gewisser Kalke. Oolithische und kieselknollenreiche Kalke entstanden an Stellen, wo Riffe sich nicht in unmittelbarer Nähe befanden. Solche Sedimente zeigen eine viel regelmässigere Schichtung, als die Taschenausfüllungen. Erst der rothe Ammonitenkalk des mittleren und oberen Lias tritt uns als ein überall gleichförmig ausgebildetes Gestein entgegen: die Riffe waren in unserer Gegend zu dieser Zeit vollständig vom Meere bedeckt. Es liegt aber, meine ich, kein zwingender Grund vor, irgend einen dieser Absätze der älteren Liaszeit als eine Tiefseebildung aufzufassen. Das reichliche Vorkommen von manganhaltigen Eisenoxyd, welches hier wie an manchen Stellen der Ostalpen die Fossilien überrindet, kann in ungezwungener Weise auf die Einführung der terra rossa von den Koralleninseln erklärt werden. Auf das Vorkommen der inhomogenen Kieselknollen im unteren und mittleren Lias werden wir später zu sprechen kommen.

Während sich der mittlere und obere Lias in der Gegend zwischen Langen- und Comer-See durch eine

reiche und gut leitende Fauna, charakteristische Beschaffenheit der im allgemeinen mächtigen Gesteinsmassen und weite horizontale Verbreitung auszeichnen, hat man bisher nur sehr dürftige Spuren des Doggers kennen gelernt. Als Vertreter des Doggers muss man die bunt gefärbten, an Keuperschichten erinnernden Mergel ansprechen, welche bei den obersten Häusern von Induno auf den rothen Kalken des obern Lias lagern und nicht mit den jüngeren Aptychusschichten verwechselt werden dürfen. Weniger gut aufgeschlossen als an dieser Stelle sieht man sie auch am Ausgange der Margorabbia-Schlucht unterhalb der Strassentheilung, dort wo die westliche Strasse zu steigen beginnt, ferner im Bachriss bei Clivio, an beiden Stellen über dem oberen Lias. Bei Induno enthalten die bunten Mergel dünne Zwischenlagen von festeren, grösstentheils kalkigen Bänken, welche die Fundstelle von unerkennbaren Pflanzenschmitzen und einer Orbitoides-artigen Foraminifere sind. Eine derartige festere Bank hinterlässt beim Auflösen in Säure eckige Quarz- und Dolomitstückchen in grosser Menge. Die Beimischung gröberen Materials kennzeichnet die Doggerbildung hier wie auf der Nordseite der Alpen.

Die Aptychus- oder Kieselknollenkalke haben mehrfach zur Altersbestimmung brauchbare Reste geliefert: sie deuten sämtlich auf Malm. Die dünnplattigen, Aptychus-führenden Knollenkalke, welche zwischen Ligornetto und Clivio in Steinbrüchen gebrochen werden, sind überaus reich an wohlerhaltenen Radiolarien. Wenn sich überhaupt ein Gestein früherer Perioden mit den Radiolarien-Absätzen der heutigen Tiefsee vergleichen lässt, so ist es dieses. Nicht allein die Kieselknollen, sondern auch die kalkigen Schichten sind durch und durch gespickt mit den Kieselpanzern; mechanisch zugeführtes

Sediment fehlt vollständig, wenn man von der Beimischung des rothen Thones absieht. Nach oben zu wird die Farbe des Gesteins heller, die Radiolarien und Kieselknollen werden sparsamer, und so gelangen wir ohne scharfe Trennung durch das Tithon in die hier weissen Kalke der untern Kreide. Eine Abgrenzung der ältern Schichten dieser Formation vom Jura, sowie eine Gliederung der Kreide selbst, ist natürlich nur mit Hülfe der im Allgemeinen recht spärlichen Fossilien möglich. Chondriten, vom Charakter der Flyschformen sind in den Kreideschichten weit verbreitet, aber Funde von Cephalopoden oder Jnoceramen gehören zu den Seltenheiten. Herr Sayn aus Valence fand auf einer gemeinschaftlichen Excursion an der Strasse, welche von Induno nach der Margorabbia - Schlucht führt, und zwar schon innerhalb des Thales selbst, ein schlecht erhaltenes Ammoniten-Bruchstück, welches auf ältere Kreide, vielleicht Barrême - Stufe schliessen lässt. Es kam dort auch in den tieferen Lagen der Scaglia zum Vorschein. Einen bemerkenswerthen Horizont bilden in den schönen Aufschlüssen des Olona-Thals bei Induno solche Bänke der im Allgemeinen sehr homogenen Scaglia - Schichten, welche gröberes mechanisches Sediment eingelagert enthalten. Man trifft derartige Bänke an der Einbiegung der Strasse von Induno in die Margorabbia - Schlucht, sowie am Westufer der Olona nahe des Wehres neben der Fabrik. Fragmente eines weissen Kalksteins, eckige Stücke eines grauen Feuersteins, sowie Quarzsand sind theils unregelmässig, theils schichtweise der Scaglia eingelagert. Da dieser Horizont ungefähr in der Mitte des gesammten Kreidecomplexes auftritt und die Beimischung gröberen mechanischen Sedimentes zu dem hochmarinen Sediment auf eine Verschiebung der Strandlinie schliessen lässt, so darf man diesen Horizont wohl

mit Recht an die Grenze zwischen unterer und oberer Kreide versetzen; denn die gleiche Erscheinung tritt ja bekanntlich zu dieser Zeit in den verschiedensten Gegenden Mitteleuropas auf. Ebenso zeichnen sich aber auch die jüngsten Schichten der oberen Kreide durch abweichende petrographische Beschaffenheit aus. An dem Zusammenfluss der Olona und Margorabbia sind sie als bräunliche, sandige Mergelkalke, zum Theil auch wohl mit dolomitischen Beimischungen, aufgeschlossen. Fossilien scheinen hier nicht vorzukommen; der Lagerung nach aber haben wir es hier mit den obersten Schichten der oberen Kreide zu thun, deren abweichender Gesteinscharakter durch den zu jener Zeit sich vollziehenden Rückgang des Meeresspiegels hinreichend erklärt wird.

Das normale Gestein der Kreide, insbesondere der oberen Abtheilung derselben, besitzt ganz und gar den Charakter der Seewer-Schichten der Nordalpen und der reinen Pläner-Schichten Norddeutschlands. Makroskopische Fossilien gehören im Allgemeinen zu den Seltenheiten, wenn man von den Chondriten absieht, aber die mikroskopischen Einschlüsse sind hier wie anderwärts für die Kreide ausserordentlich charakteristisch. Radiolarien wurden nur vereinzelt beobachtet, Spongienreste gar nicht und damit erklärt sich das Fehlen von authigenen Feuersteinen in diesen Schichten. Dagegen sind manche Schichten ausserordentlich reich an Foraminiferen, besonders an kleineren Formen. Unter diesen besitzen Textilaria globulosa Ehrb. und Globigerina cretacea d'Orb. eine ausserordentlich weite Verbreitung, treten aber an Häufigkeit doch sehr zurück gegen die einkammerigen Lagenen-Reste, welche manche Bänke in unzählbaren Mengen erfüllen. Die hier vorkommenden

Formen kann man mit den von Kaufmann[1]) für die Formen des Seewerkalks gebrauchten Namen: L. sphaerica und ovalis bezeichnen, da sie nur durch geringere Grössen, dünnere Wandungen und stark erweiterte Oeffnungen von den Seewer-Formen abweichen. Das massenhafte Auftreten dieser Lagenen-Formen wurde von Kaufmann in den Seewer-Bildungen der Nordschweiz und in der Kreide von Rügen nachgewiesen.

VI. Ueber die Natur der Hornsteine in den mesozoischen Schichten der lombardischen Alpen.

Von

G. Steinmann.

Das häufige Vorkommen von Hornsteinen in den besprochenen mesozoischen Gesteinen, und die Thatsache, dass sich dieselben in Ablagerungen von offenbar sehr verschiedenem Charakter finden, lassen eine zusammenfassende Besprechung des Vorkommens und der Entstehung der Horn- und Feuersteine wünschenswerth erscheinen.

Man kann die Hornsteine, welche in normalen, marinen Sedimenten auftreten, bei deren Bildung also aussergewöhnliche Verhältnisse, wie die Nähe kieselsäurereicher Quellen, vulcanischer Ausbrüche oder locale Concentration der im Wasser gelösten Kieselerde nicht mitgespielt haben, in zwei Gruppen sondern und

---

[1]) Heer, Urwelt der Schweiz, II. Aufl. 1879, p. 215 ff.

dieselben als Spongien-Hornsteine und als Radiolarien-Hornsteine bezeichnen. In den Spongien-Hornsteinen findet man in der Mehrzahl der Fälle Reste von Kieselschwämmen, sei es in der Form isolirter Nadeln von Tetractinelliden, Monactinelliden und lyssaciner Hexactinelliden, sei es in der Form vollständiger Gerüste von Lithistiden oder dictyoniner Hexactinelliden. Oft sind die Kieselnadeln vollständig erhalten, oft nur noch als Hohlräume vorhanden oder pseudomorph durch andere Minerale ersetzt. Sehr häufig fehlen aber auch Spongienreste gänzlich in den Hornsteinen und die Kieselmasse umschliesst andere Fossilien, wie Mollusken, Echinodermenreste oder dergleichen, in manchen Fällen auch gröberes mechanisches Sediment. In beiden Fällen kann man aber doch meist in demselben Sedimentcomplexe, z. B. in den Kalken oder Mergeln, in denen die Hornsteine vorkommen, Gerüste oder isolirte Nadeln von Kieselschwämmen nachweisen, die dann aber ganz oder zum Theil in Kalkspath, Limonit u. dergl. umgewandelt oder durch Hohlräume ersetzt sind. Fast überall, wo man solche Vorkommnisse genauer untersucht hat, — eine nicht geringe Anzahl wurden von mir selbst studiert — ist es möglich gewesen, in den Skeleten von Kieselschwämmen die Kieselsäure-Quelle zu finden, so in den carbonischen Chert-bets von Grossbritannien (Hinde), in den ähnlichen Vorkommnissen Spitzbergens, die dem Perm zugezählt werden (v. Dunikowski), in den Knollenkalken des Muschelkalks von Monte Bré (siehe oben), im unteren Lias des Schafberges (v. Dunikowski), im untern Hornstein-führenden Lias des Balmberges bei Solothurn (Verf.), im unteren und mittleren Lias des oben besprochenen Gebietes etc. Bekannt ist ja ferner das häufige Zusammenkommen von Hornsteinen und Feuersteinen in verschiedenen Horizonten des mitteleuropäi-

schen weissen Jura's, sowie der oberen Kreide. Diesen Spongien-Hornsteinen kommt zumeist eine geringe Homogenität zu; schon die gröberen Skeletelemente der Spongien, ebenso auch die Beimischung anderer Fossilreste und gröberen mechanischen Sedimentes verleihen ihnen jenen Charakter. Radiolarien lassen sich meist nur in geringer Menge in diesen Hornsteinen oder in dem sie einschliessenden Gestein nachweisen.

Im Gegensatz hierzu kommen die Radiolarien-Hornsteine vorwiegend in rein kalkigen und homogenen Gesteinen vor, welche sich zudem durch die Armuth an anderen Fossilien auszeichnen. Als Steinkerne erhaltene Cephalopoden oder Aptychen, seltener uach dünnschalige Seeigel, charakterisiren zuweilen die Ablagerungen, in denen die Radiolarien-Hornsteine sich finden; häufig fehlen aber Fossilreste sowie gröberes mechanisches Sediment völlig. Nur äusserst feiner Thonschlamm und authigene Kieselmasse bleibten beim Auflösen in Säure zurück. Daher unterschied Rüst solche „Jaspisse" von den eigentlichen Hornsteinen, die verhältnissmässig wenig Radiolarien, dafür aber meist Spongienreste enthalten. Die Hornsteine, ebenso aber auch die umgebende Gesteinsmasse, sind gewöhnlich überreich an Radiolarien, deren Erhaltungszustand allerdings meist zu wünschen übrig lässt. In den Hornsteinen pflegen sie am besten erhalten geblieben zu sein und hier haben sie auch meist ihre ursprüngliche kieselige Beschaffenheit bewahrt. Es hält aber nicht schwer, in einem und demselben Hornstein-Schliffe alle Uebergangsstadien vom wohlerhaltenen Radiolar mit allem Detail bis zu den runden Durchschnitten zu verfolgen, welche nur noch durch kräftigere Polarisation der Kieselmasse und grössere Durchsichtigkeit derselben sich vom Gestein abheben. In der Kalkmasse sind die Kieselschalen oft durch Kalk-

spath ersetzt, in anderen Fällen sind sie mit krystalliner Kieselerde erfüllt und lassen sich durch Säure frei herausätzen. In dem Maasse, als der Kalkstein an Masse über die Hornsteine überwiegt, nimmt auch der Gehalt derselben an Radiolarienresten ab; wo die Hornsteine in dichtgedrängten Lagen das Gestein füllen, sind beide durch und durch mit Radiolariengehäusen durchspickt. Hier, wie bei den Spongien-Hornsteinen, liegt der Zusammenhang zwischen dem Vorkommen der kieselschaligen Fossilien und dem Auftreten der Hornsteine klar zu Tage.

Rüst hat uns zahlreiche Vorkommnisse der Radiolarien-Jaspisse aus verschiedenen Horizonten des Jura und des Miocäns der alpino-karpathischen Region kennen gelehrt; was den Reichthum an Radiolarien anbelangt, so stellen sich die Aptychus-Schichten von Ligornetto-Clivio den reichsten Vorkommnissen in den Nordalpen (Algäu) und Ungarn ebenbürtig an die Seite. Weitere Veröffentlichungen Rüst's werden noch weiteres Licht über das Vorkommen der Radiolarien-Hornsteine in vorjurassischen Formationen werfen. Wir möchten hier nur noch darauf hinweisen, dass Radiolarien-Hornsteine auch in der oberen Kreide vorkommen. Die rothen Seewenschichten, welche an einigen Punkten der nordöstlichen Schweiz, z. B. auf der grossen Mythe und in der Gegend von Iberg verbreitet sind, enthalten rothe Jaspisse mit einer reichen Radiolarienfauna. Es ist nicht nur möglich, sondern sogar wahrscheinlich, dass die Jaspisse der Rigi-Nagelfluh z. Th. aus zerstörten Kreideschichten und nicht, wie man bisher angenommen hat, ausschliesslich aus dem alpinen Jura stammen. Echte Radiolarien-Hornsteine besitzen auch in der griechischen Kreide eine weitere Verbreitung; mir liegen eine Anzahl von rothen, grünen und fast ungefärbten Hornsteinen aus der Gegend von Patras

vor, welche, wie die Vorkommnisse im Alpengebiete, fast ganz aus Radiolarien bestehen.

Wenn man nun unter Zugrundlegung der heutigen Verbreitung kieselschaliger Organismen die Brauchbarkeit der Hornsteine zur Bestimmung der Meerestiefe, in welcher die betreffenden Schichten gebildet wurden, festzustellen versucht, so muss man zugestehen, dass Hornstein-führende Schichten in jeder Tiefe sich haben bilden können. Erst wenn man die Organismen kennt, aus deren Skeleten die Hornsteine sei es ganz oder nur zum Theil entstanden, ist unter Anwendung der nöthigen Vorsicht ein Rückschluss auf die Meerestiefe gestattet. Dabei ergibt sich etwa nachstehende Reihenfolge: Hornsteine, die vorwiegend aus Monactinelliden, Lithistiden und Tetractinelliden entstanden sind, deuten auf Absatz in geringer Meerestiefe; solche, die aus Hexactinelliden sich bildeten, entstanden wohl in mittleren Tiefen (ca. 2000 Faden); die Radiolarien-Hornsteine können ihrer Entstehung nach nur mit dem Radiolarienschlamm der heutigen Tiefsee verglichen werden, der bis jetzt nur aus sehr bedeutenden Tiefen bekannt geworden ist. In allen Fällen dürfte sich aber eine gewisse Vorsicht bei der Verwerthung dieser Scala empfehlen, da es noch keineswegs ausgemacht erscheint, ob die Meerestiefe allein oder auch die Entfernung vom Festlande, das Fehlen der Zufuhr von mechanischem Sediment und Meeresströmungen auf das Gedeihen bez. die Anhäufung der Schwämme und Radiolarien von Einfluss sind. Beide Thiergruppen sind auch insofern ungleichwerthig, als die Schwämme an den Boden gebunden, die Radiolarien aber Freischwimmer sind, letztere mithin auch in geringen Meerestiefen in grösserer Masse sich ansammlen können, wenn mechanisches Sediment und andere Thierreste sich nicht gleichzeitig mit ihnen ablagern.

VII. Bericht über die Excursionen der schweizerischen geologischen Gesellschaft in der Umgebung von Lugano.[1]

Von

C. Schmidt.

Da für die Excursionen der schweizerischen geologischen Gesellschaft in den Umgebungen von Lugano ein detaillirtes Programm, welches im Allgemeinen zur Ausführung gelangte, bereits in den Eclogae Geologicae Helvetiae N° 5, p. 385—396, publicirt wurde und ausserdem die hauptsächlichsten das Gebiet betreffenden wissenschaftlichen Daten in den oben stehenden Aufsätzen eingehend besprochen worden sind, kann ich mich bei Abfassung des Excursionsberichtes auf wenige Angaben beschränken.

Montag den 9. September. Die versammelten Geologen betheiligten sich an der allgemeinen Rundfahrt auf dem See bis Morcote, wo sie ausstiegen, um längs der Uferstrasse nach Melide die prachtvoll aufgeschlossenen krystallinen Schiefer, sowie die darin aufsetzenden Quarzporphyrgänge und die darauf lagernde Porphyritdecke zu beobachten. (Vgl. Progr. p. 395.) Prof. Renevier brachte die schwierige Frage betreffs Schichtung und Schieferung in den stark gefalteten und veränderten Schiefern zur Diskussion.

---

[1]) An den Excursionen nahmen Theil die Herren: Baëff, Bertrand, Bodmer, Collot, Duparc, Du Pasquier, Fischer-Siegwart, von Fellenberg, Gilliéron Vater und Sohn, Renevier, Sarasin, Sayn, Schmidt, Steinmann, Ulrich, de Vogdt.

Dienstag den 10. September. Während die übrigen Theilnehmer an der Naturforscherversammlung nach Ligornetto fuhren, um dort das berühmte Atelier des Bildhauers Vela zu besuchen, benützten die Geologen den Nachmittag, um die krystallinen Schiefer von Manno mit der Carbonmulde zu besichtigen. (Vgl. Progr. p. 396.) Man bewunderte die riesigen Sigillarienstämme mit ihrer verkohlten Rinde und — fand ebenfalls keine Porphyrgerölle in dem Conglomerate. Die Differenz im geologischen Baue der beiden Thalseiten, das plötzliche Aufhören des Kalkzuges der Valsolda am Sasso grande liess sich von dem erhöhten Standpunkte aus prachtvoll übersehen. Auf dem Wege von Manno nach dem Bahnhof Taverne constatirte man, wie bereits Gümbel (cit. 36, p. 575) hervorgehoben, dass die Hügel von Grumio und Lamone nicht aus Verrucano, wie die schweizerische geologische Carte angibt, sondern aus dem hier überall herrschenden, quarzreichen Glimmerphyllit bestehen.

Mittwoch den 11. September. Am Morgen übernahm Herr Prof. G. Steinmann die Führung einer im Programm nicht vorgesehenen Excursion nach dem Monte Bré. (Vgl. oben p. 304.) Bei Castagnola waren an der Strasse linsenförmige Einlagerungen von Hornblendeschiefern in den mannigfach gewundenen Glimmerschiefern sehr schön zu beobachten. Am Wege unmittelbar vor und nach Ruviana findet sich überall in Blöcken und auch an einzelnen Stellen anstehend rother Felsitporphyr und Verrucano-Conglomerat. Darüber folgen bis zur Spitze des Berges graue, dünngeschichtete Mergelkalke mit Einlagerungen von Kieselknollenkalken, welche nach den spärlichen Fossilien dem Muschelkalk angehören. Die Lagerungsverhältnisse sind nicht leicht zu übersehen, doch scheint das allgemeine Streichen des ganzen Complexes Nord-Süd zu sein bei steilem Einfallen nach

Osten. — Von der Spitze des Berges hat man einen schönen Ueberblick über die gewaltige Moräne, welche sich am Sasso rosso und am Monte Boglia hinaufzieht.

Mittags, nach dem Schlussbanquet der allgemeinen Versammlung, wurden die geologischen Verhältnisse längs der Drahtseilbahn auf den Salvatore besichtigt. (Vgl. Progr., p. 392, und oben p. 294.) Leider war der unmittelbare Contact des Pliocäns mit der untern Moräne, ebenso wie die Zusammensetzung der obern Moräne in Folge des vorgeschrittenen Bahnbaues nicht mehr gut sichtbar, während der Aufschluss in der Seekreide auf unsere Bitte von der Bahndirection mit grosser Zuvorkommenheit erhalten worden war. Von einem südlich der Bahnlinie, seitwärts im Walde liegenden Muschelkalk-Bruche stiegen wir, einem kleinen Thälchen folgend, wieder nach der Seestrasse hinunter. In den tiefern Theilen des Thälchens sind an den steilen Seitenwänden die feingeschichteten Sabbie gialle des Pliocäns aufgeschlossen; es wurden auch Blattabdrücke darin gefunden. — Man folgte nun der Uferstrasse über San Martino nach Melide, um das prachtvolle Profil, welches man bereits am Montag vom Dampfboot aus bewundert hatte, im Einzelnen zu studiren. (Vgl. Progr., p. 393.)

Donnerstag den 12. September. Das erste Dampfboot brachte die Gesellschaft nach Bissone. Bei Maroggia besichtigte man die berühmten Gänge von rothem Porphyr in dem schwarzen Porphyrit. Besondere Aufmerksamkeit erregte der in die Augen fallende Unterschied der beiden Thalseiten von Melano bis Mendrisio: Auf der Westseite die Porphyrite, normal überlagert von Verrucano, dessen nach Süd einfallende Bänke über Riva San Vitale am Bergabhang schön hervortreten, darüber die untere, Muschelkalk und Esinoschichten

entsprechende Kalk- und Dolomitmasse[1]) — gegen Osten am Westabhang des Monte Generoso die gewaltige Entwicklung des untern Lias mit den im Liegenden auftretenden Schichten des Rhät den Porphyr direct berührend. Die isolirte kleine Masse von blasigem, fluidal struirtem Felsophyr, welche südlich von Melano an der Strasse aufgeschlossen ist, wurde genau besichtigt. Mit dem naheliegenden Porphyr steht dieselbe in keinerlei Zusammenhang, ihr nächstes Aequivalent ist die Porphyrdecke von Carona. — Wenn auch die Verhältnisse noch keineswegs bis ins Einzelne klar zu übersehen sind, so dürfte doch sowohl die geologische Differenz der beiden Thalseiten, als auch die anormale Anlagerung des Rhät und Lias an Porphyr als die Folge geotektonischer Processe zu betrachten sein. Am ehesten scheint die Annahme einer Blattverschiebung längs der Linie Lugano-Mendrisio, verbunden mit einer Senkung der östlichen Scholle berechtigt zu sein. — Da man auf den im Programm vorgesehenen Besuch des Moränenterrains und des Pliocäns von Balerna und Pontegana verzichtete, wandte sich die Gesellschaft von Mendrisio aus nach Ligornetto, wo Herr Prof. Pavesi aus Pavia uns in seinem Landsitze in liebenswürdiger Weise begrüsste und bewirthete und nachher in das Atelier des Herrn Vela führte. — Längs der Strasse nach Clivio wurden in den

---

[1]) Herr Prof. Renevier machte darauf aufmerksam, dass man neulich auf der Höhe des Berges, direct nördlich unter dem Gipfel des San Giorgio Saurier-Reste in schwarzen, schiefrigen Kalken gefunden haben soll, was darauf hinweisen würde, dass die thonige Muschelkalkfacies von Besano (vgl. oben p. 263) sich recht weit nach Osten erstreckt. Eine genaue Untersuchung dieser Verhältnisse wäre sehr zu wünschen.

jurassischen Aptychenschiefern Radiolarienhornsteine und Aptychen gesammelt; unter der Brücke von Clivio fand sich Gelegenheit, in prachtvollen, fossilreichen Aufschlüssen den für die lombardischen Alpen bezeichnenden Ammonitico rosso der obern Lias kennen zu lernen. Nachdem man hierauf die in obigen Zeilen (vgl. p. 269 und p. 307) eingehend geschilderten Liasschichten von Arzo und Saltrio, sowie deren interessanten Abbau in unterirdischen Steinbrüchen (cave) besichtigt hatte, erreichte man gegen Abend Viggiù, wo man die Wagen bestieg und bei tiefer Nacht durch die Moränenlandschaft nach Induno fuhr. — Nach dem Abendessen eröffnete unser Präsident eine Sitzung, in welcher er einen Ueberblick über unsere bisherige Thätigkeit gab — allein man war müde und sehnte sich zur Ruhe nach dem heissen Tagewerke.

Freitag den 13. September. Die frühe Morgenstunde des herrlich anbrechenden Tages galt der Besichtigung des Juraprofiles am Waldrande oberhalb der Häuser von Induno. Als mächtigstes Glied des ganzen Profiles erkannte man die am vorigen Tage in identischer Ausbildung bei Clivio beobachteten Schichten des Ammonitico rosso. Darüber lagern bunte Mergel mit dünnen Sandsteinbänken wechselnd, welche vielleicht zum Dogger gehören. (Vgl. oben p. 310.) Besonders fiel die geringe Mächtigkeit der dem Hauptdolomit auflagernden Saltrioschichten auf. — Auf dem Wege nach der Margorabbia-Schlucht traf man die tiefern Schichten der fossilarmen „Scaglia“, in welchen Herr Sayn ein Ammonitenbruchstück fand. Am Eingange der Schlucht wurde das Vorhandensein des untern Lias in Gestalt grünlicher, dünnschiefriger Kalke, die von schlecht erhaltenen plattgedrückten Ammoniten erfüllt sind, constatirt. Hierauf besichtigte die Gesellschaft die Dolomite der Margo-

rabbia-Schlucht bis zum zweiten Tunnel, d. h. vom Dachsteinkalk bis zu den Esinoschichten, kehrte von da zurück, um noch die Pliocänschichten der Folla d'Induno zu besuchen. Man überzeugte sich von dem Petrefactenreichthum dieser Ablagerung und namentlich von der Identität der hier in den obern Horizonten des Pliocäns auftretenden Sabbie gialle mit denjenigen am Nordabhang des San Salvatore.

Nach dem Frühstück standen die Wagen, welche uns über Valgana nach Luino führen sollten, bereit (Programm p. 395). Nachdem man die Schlucht von Margorabbia durchquert hatte, erweiterte sich das Thal. Die langgestreckten, abgerundeten Porphyrberge zu beiden Seiten, mit niedrigem Gebüsch bewachsen, zwischen welchem hie und da das rothe Gestein zu Tage tritt, die von Süden her darüber gelagerten Kalkmassen mit ihren steilen, kahlen Felswänden, bedingen ähnlich wie am Luganersee die Physiognomie der Landschaft. Campo dei Fiori und Sasso della Corna sind die getreuen Nachbilder des San Giorgio. Es fand sich mehrfach Gelegenheit den drusigen, rothen Granit, welcher hier das Centrum der Porphyrmasse bildet, in frischen Stücken zu sammeln. Zwischen Valgana und Bedero beobachtete man eine ganze Reihe verschiedenartig struirter Porphyrvarietäten und in geringer Entfernung von Bedero hatte man wieder das Gebiet der Sedimente betreten. Wir sahen, dass hier der Muschelkalk nicht in normaler Weise den Porphyr überlagert, sondern in gleichem Niveau an denselben anstösst, was auf das Vorhandensein einer Verwerfung zwischen beiden hinweist (vgl. oben p. 282). Die von Harada an dieser Stelle zwischen Porphyr und Muschelkalk beobachteten, krystallinen Schiefer, deren Auftreten das Vorhandensein einer Verwerfung am sichersten beweist, konnten nicht aufgefunden werden (vgl.

cit. 38, p. 2 und Taf. II). In der Meinung nach den Angaben des Kutschers Zeit zu gewinnen, liessen wir Cunardo rechts liegen, um über Ferrera nach Grantola zu gelangen. Zu beiden Seiten der steil in die Val Cuvio hinunterführenden Strasse herrschen blaugraue, mergelige Kalke, die offenbar den Raibler Plattenkalken angehören. Bei dem vergeblichen Versuche eine fahrbare, directe Strasse nach Grantola zu finden, gelangte man an einen Bach, durch welchen die Pferde mit den Wagen hindurchgetrieben wurden und dann blieb nichts Anderes übrig, als auf der grossen Strasse möglichst rasch nach Voldomino zu gelangen. Bei Mesenzana erreichten wir das Gebiet der krystallinen Schiefer, in welchen etwa ein Kilometer vor Germignaga dicht an der Strasse eine steilstehende eingeklemmte Muschelkalkmasse sehr schön beobachtet werden konnte. Dieses auch auf Blatt XXIV der schweizerischen geologischen Karte verzeichnete Band bildet die Fortsetzung der oberhalb Voldomino beiderseits von krystallinen Schiefern eingefassten, steil aufgerichteten Platte von Muschelkalk und Porphyr (vgl. Prog. p. 395 und Prof. II). Es wäre vielleicht noch Zeit gewesen diesen interessanten Punkt zu besichtigen, allein man zog es vor, am Ufer des Lago maggiore in Luino den Abgang des Zuges nach Ponte Tresa zu erwarten.

Samstag den 14. September. Die Zahl der Theilnehmer an dieser letzten Excursion, deren Ziel der Comersee war, hatte sich auf acht reducirt. (Vgl. Prog. p. 396). Im Rhät des Benetobels konnten die Leitfossilien der schwäbischen Facies, sehr schön namentlich Bactryllien gesammelt werden. Längs der mächtigen Bänke von Lithodendrenkalk, welche zweimal über einander in dem Profil auftreten, führte uns der Pfad am Berghang hin bis nach der Alpe Nave. Auf der Höhe des Buco della

Rotella genossen wir den Ueberblick über den im duftigen Glanze der Mittagssonne vor uns liegenden Comersee. Wenn auch die Beleuchtung keine sehr günstige war, so liess sich doch der Bau des Gebirges am Ostufer des Sees, vom Monte Legnone über die zweigipfelige Grigna bis oberhalb Lecco in seinen Hauptzügen klar erkennen. — Wir selbst standen auf Hauptdolomit, der mit tief durchfurchten Felswänden steil in den See abfällt. In dieser Dolomitmasse finden sich Zerklüftungen, welche an die Dolinen des Karstes erinnern; die Tiefe eines solchen Schlotes liess sich ermessen an dem langandauernden, dumpfen Gepolter, welches hineingeworfene Felsstücke verursachten. An mehreren Stellen sind auf der kahlen, angewitterten Oberfläche des Dolomites Megalodontendurchschnitte dicht gedrängt zu beobachten.

Die rhätischen Bildungen erreichen am Abhang des Monte Crocione, über der Alpe Nave eine bedeutende Mächtigkeit. Die schwarzen Mergel und Kalke fallen steil nach Südwesten ein, die Mergel sind erfüllt von kleinen, weissen Zweischalern. Auf den Schichtflächen derselben führte uns ein mühseliger Pfad nach Viano hinunter. Von da aus gelangte die Gesellschaft, beinahe das ganze rhätische System noch einmal durchquerend, nach Bonzanico. Dort wurden Lithodendronkalk und die berühmten Sassi degli Stampi besichtigt. Namentlich Prof. Renevier betonte, dass nach der orographischen Gestaltung eine Fortsetzung des Rhät über den Conchodon-Schichten vermuthet werden könnte, entgegengesetzt den Angaben von Stoppani. Diese Annahme erweist sich gemäss der Darstellung von Curioni als berechtigt (vgl. oben p. 266).

In Tremezzo, im „Garten der Lombardei“, am Ufer des herrlichen Sees erfolgte der Schluss der offiziellen

Excursionen. — Die Herren Bertrand, Collot und Schmidt besuchten an den zwei folgenden Tagen unter der Führung des Herrn Dr. Ulrich aus Strassburg noch die nördlichen Theile der Grigna.

Anmerkung. Die auf der beigegebenen Tafel dargestellten Profile, welche bereits in den „Eclogae geolog. Helv. 1889, No 5, Pl. 5“ publicirt worden sind, wurden nach den Angaben von Stoppani (cit. 22), Taramelli (cit. 35) und Harada (cit. 38), sowie nach eigenen Beobachtungen entworfen.

Inhalt:

Seite

1) Verzeichniss der wichtigsten geologischen Literatur des Excursionsgebietes. Von **C. Schmidt** 245

2) Allgemeine Darstellung der geologischen Verhältnisse der Umgegend von Lugano. Von **C. Schmidt** 249

3) Tabellarische Uebersicht der im Excursionsgebiet auftretenden Formationen. Von **C. Schmidt** 290

4) Die pliocänen und glacialen Bildungen am Nordabhang des Monte San Salvatore. Von **C. Schmidt** 294

5) Bemerkungen über Trias, Jura und Kreide in der Umgebung des Luganer-See's. Von **G. Steinmann** 301

6) Ueber die Natur der Hornsteine in den mesozoischen Schichten der lombardischen Alpen. Von **G. Steinmann** . 313

7) Excursionsbericht. Von **C. Schmidt** 318

Ueber ein zweites Vorkommen von dichtem Vesuvian in den Schweizeralpen.

Von

C. Schmidt.

Im neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. 1889, Bd. I, pag. 103, beschreibt Edm. v. Fellenberg das Vorkommen eines dichten, grünen Gesteines, welches von Borgo novo in Graubünden stammen sollte und von F. Berwerth in einer vorläufigen Mittheilung[1]) als Jadeit bezeichnet worden war. Nach Fellenberg bildet die betreffende Felsart linsenförmige Einlagerungen und Trümer in den Serpentinen des Piz Longhin (nordwestlich oberhalb Maloja, Bergell). Diese Einlagerungen sind nicht gleichmässig durch die ganze Serpentinmasse vertheilt, sondern finden sich ausschliesslich am Contact mit den liegenden schwarzen Triaskalken. — In einer spätern Arbeit gab F. Berwerth[2]) eine eingehende Beschreibung des, wie sich zeigte, fälschlich für Jadeit gehaltenen Gesteines; dasselbe erwies sich nach genauerer chemischer und mikroskopischer Untersuchung als ein Vesuvian-Pyroxen-Fels, und zwar tritt der Vesuvian als ursprünglicher Gemengtheil, der Pyroxen (Salit)

---

[1]) Annalen des k. k. naturhist. Hofmuseums Wien, Bd. II, 1887. Notizen p. 94.

[2]) Annalen des k. k. naturhist. Hofmuseums Wien, Bd. IV., 1889, p. 87.

als Zersetzungsproduct auf. — Weitere Angaben über diesen Fund, sowie weitere quantitative Analysen des Gesteines, ausgeführt von v. Gümbel, Rammelsberg und Schüepp, publicirte Killias in dem XXXII. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens (p. 65). Vgl. ferner Rammelsberg, N. Jahrb. f. Min. 1889, 1. Bd., p. 229. Nach mikroskopischer Untersuchung einer ganzen Reihe von Stücken des in Rede stehenden Gesteines, welche ich der Güte des Herrn von Fellenberg verdanke, kann ich zu den Ausführungen von Berwerth nur wenig mehr hinzufügen. Ich möchte nur darauf hinweisen, dass das relative Mengenverhältniss von körnigem Vesuvian und faserigem Salit in den verschiedenen Varietäten ein sehr wechselndes ist. Die rein grün gefärbten Varietäten bestehen fast vollständig aus feinkörnigem Vesuvian; Pyroxenfasern sind nur ganz vereinzelt zu beobachten. Es lassen sich nun alle Zwischenstadien nachweisen bis zu den weiss gefärbten Abarten, in welchen oft der Vesuvian vollständig verschwunden und durch faserigen Salit ersetzt ist. Solche Varietäten zeigen naturgemäss eine vollständige Uebereinstimmung des mikroskopischen Bildes mit demjenigen ächter Jadeite. Ferner möchte ich noch erwähnen, dass der Pyroxen sich gelegentlich in Form von Aggregaten grösserer, stengeliger Individuen als Ausfüllungsmasse von ca. 0,3 mm. breiten Klüften findet. — Alle diese Erscheinungen weisen darauf hin, dass ein Salit-artiger Pyroxen als Zersetzungsproduct von dichtem Vesuvian auftritt und dass der wechselnde Habitus der Stücke bedingt ist durch die mehr oder weniger vorgeschrittene Umwandlung des primären Vesuvians.

Am Schlusse seiner Mittheilung weist Edm. von Fellenberg (das besprochene Gestein für Jadeit haltend) darauf hin, dass die prähistorischen Jadeitartefacte der

Schweiz in dem Gebiete des alten Rhonegletschers gefunden wurden, dass also ein entsprechendes endemisches Vorkommen von Jadeit vor Allem in den Walliser-Alpen zu suchen sei, zumal da „der Jadeit“ am Piz Longhin wohl erst vor Kurzem denudirt worden sein könne. Das Vorkommen einer ähnlichen Felsart in den westlichen Schweizer Alpen erscheint Fellenberg nicht unwahrscheinlich, da wir dort mancherorts ähnliche geologische Verhältnisse finden, wie am Piz Longhin, d. h. Kalkmassen, welche in Berührung treten mit Gabbro oder aus solchem entstandenen Serpentin.

Diese Vermuthung Fellenbergs hat nun in der That ihre Bestätigung gefunden, indem mir kürzlich einer meiner Studenten ein Gesteinsstück übergab, welches er in der Nähe des Sees von Mattmarck im Saasthal (Wallis) unter Geröllen gefunden hatte und welches dem grünen, dichten Vesuvianfels vom Piz Longhin auffallend ähnlich ist. Eine nähere Untersuchung zeigte denn auch die vollständige Uebereinstimmung der beiden Vorkommnisse. Das spezifische Gewicht des Vesuvianes von Mattmarck beträgt nach pyknometrischer Bestimmung 3,31. Splitter schmelzen vor dem Löthrohr sehr leicht unter Aufschäumen und werden nach dem Schmelzen unter Ausscheidung gallertiger Kieselsäure leicht zersetzt. — Im Dünnschliff erscheint der Vesuvian farblos in gewöhnlichem Licht; matt gelblichgrün durchscheinend bei gekreuzten Nicols. Körner von 0,05—0,1 mm. Durchmesser sind dicht gedrängt zu Aggregaten vereinigt; seltener finden sich grössere, faserige Vesuvian-Complexe, welche einheitlich senkrecht und parallel zur Faserung auslöschen. Salitfasern beobachtet man vereinzelt, eingestreut zwischen den Körnern oder gelegentlich sich anschmiegend an die grössern, fetzenartig auftretenden Partieen des Vesuvians. — Zufolge

dieser Angaben unterscheidet sich also das grüne Gestein von Mattmarck in keiner Weise von den Salit-armen Varitäten des Vesuvian-Pyroxenfelses vom Piz Longhin.

Bei der grossen Aehnlichkeit, welche die verschiedenen Abarten der beschriebenen Vesuvian-Pyroxenfelse in ihrem ganzen Habitus mit Jadeit zeigen, erscheint es mir nicht als unwahrscheinlich, dass bei näherer Untersuchung einer grossen Zahl prähistorischer „Jadeite" aus der Schweiz sich Repräsentanten finden würden, welche kein Natron enthalten und sich dann wohl als aus Vesuvian entstandener Salit erweisen, dessen primäre Lagerstätte in den Alpen unzweifelhaft nachgewiesen ist. Meine diesbezüglichen Untersuchungen haben bis jetzt zu keinem sichern Resultat geführt. Die Jadeit-Proben aus der Schweiz, hauptsächlich vom Bieler-See stammend, welche im ethnographischen Museum der Universität Freiburg i. B. aufbewahrt werden,[1]) zeigen v. d. L. durchweg das Verhalten des ächten Jadeites; dasselbe Resultat erhielt ich bei der Prüfung von Jadeiten aus den Museen von Bern und Basel.

---

[1]) Schötensack. Die Nephritoide des mineralog. und ethnographisch-prähistor. Museums der Universität Freiburg i. B. (Zeitschrift f. Ethnologie 1885, p. 181.)

Uebersicht der eocänen Fauna von Egerkingen

nebst einer

Erwiederung an Prof. **E. D. Cope.**

Von

L. Rütimeyer.

Schon seit längerer Zeit hat die fossile Säugethierfauna der Bohnerze des schweizerischen Jura mit allem Recht die Aufmerksamkeit erst der Geologen, später diejenige der Palaeontologen auf sich gezogen. Die Auffindung von Palaeotherium- und Anoplotherium-Zähnen in Spalten des Südfusses des Jura, zunächst bei Ober-Gösgen und bei Ballstal durch den Pfarrer S t r o h m e i e r in Gösgen und A. G r e s s l y, und in den Spalten der Solothurner Steinbrüche durch J. H u g i deckte zuerst die Anwesenheit von Festlandbildungen vom Alter des Parisergypses am Rand der grossen Sandsteinablagerungen aus der Miocänzeit zwischen Alpen und Jura auf. Ein fernerer Fundort in den Steinbrüchen zwischen Egerkingen und Ober-Buchsiten wurde dann von 1844 an während Jahrzehnden durch Herrn Pfarrer C a r t i e r in Ober-Buchsiten ausgebeutet, aber lange Zeit ohne dass

davon viel bekannt wurde. Eine kleine Probesendung war zwar auf Antrieb von L. Agassiz an Herm. von Meyer in Frankfurt abgegangen, der darin ebenfalls Repräsentanten der Thierwelt des Parisergypses, hauptsächlich Lophiodonten nachwies.[1]) Später kam dieselbe Fauna im bernischen Jura bei Moutiers zum Vorschein, wo zuerst Pagnard, nachher Ed. Greppin ähnliche Ueberreste sammelten. Eine erste einlässliche Untersuchung wurde ihr dann bekanntlich zu Theil durch die zwei ausgezeichneten Monographien, welche F. J. Pictet der Ernte aus den seit 1852 von Ph. Delaharpe, Gaudin und Morlot ausgebeuteten Stellen in der westlichen Schweiz, bei Mormont und St. Loup widmete.[2])

Die weit reicheren Vorräthe, die inzwischen Herr Pfarrer Cartier mit erstaunlichem Fleisse in einem sehr dunkeln Zimmer seines Pfarrhauses aufgehäuft hatte, waren dabei immer noch wenig beachtet geblieben. Nicht etwa weil sie unbekannt gewesen wären; aber Herr Cartier brachte seine Sammlungen, die sich auf die Versteinerungen des gesammten Jura- und Sandsteingebietes seiner Nachbarschaft bezogen, und die ihm selber in seinem Hause immer weniger freien Platz übrig liessen, nicht gern aus ihrer Ordnung, und in dem dunkeln Raum liess sich mit dem besten Willen nichts anfangen. Erst nach vielen Besuchen in Ober-Buchsiten gelang es, mindestens einen Theil der Säugethierüberreste an's Licht

---

[1]) H. v. Meyer. N. Jahrb. für Mineral. etc. 1846, p. 470, 1849, p. 547.

[2]) Pictet. Mém. sur les animaux vertébrés trouvés dans le terrain siderolith. du canton de Vaud. Matériaux pour la Paléontologie suisse. 1855—57 und 1869.

und nach Basel zu bringen, wo sie den Gegenstand meiner Monographie vom Jahre 1862 bildeten.[1])

Trotz vieler Uebereinstimmung mit den Ergebnissen von Pictet traten bekanntlich schon damals allerlei bemerkenswerthe Abweichungen von der Fauna von Mormont an den Tag. Das Auftreten dieser oder jener Species am einen Orte, das Fehlen derselben an dem andern konnte zwar nicht von Bedeutung erscheinen, da an beiden Orten die Ausbeute grösstentheils aus vereinzelten Zähnen oder Zahnreihen bestand, und also der Grad der Vollständigkeit der Sammlung an beiden Orten sehr viel vom Zufall abhing; freilich mit dem wichtigen Vorbehalt, dass Herr Cartier seine Fundorte, die nahe an seiner Wohnung lagen, während Jahrzehnten mit der scrupulosesten Genauigkeit überwacht hatte, während Mormont nicht so systematisch untersucht werden konnte. Von vornherein war also von der Cartier'schen Sammlung ein zuverlässigeres Bild der Fauna zu erwarten als von Mormont. Um so bemerkenswerther war, zumal mir Herr Cartier nur einen Theil seiner Ausbeute in Egerkingen anvertraut hatte, dass schon damals Egerkingen an Palaeotherien und Anoplotherien ärmer, dafür aber an Lophiodonten viel reicher erschien als Mormont. Wiederum schienen die Carnivoren in Egerkingen schwächer vertreten zu sein als in Mormont u. s. f. Noch auffallender war, dass Egerkingen einige wenige Säugethiertypen ausschliesslich aufwies, welche sich in der ganzen damals bekannten europäisch-eocänen Thierwelt wie Fremdlinge ausnahmen.

---

[1]) Rütimeyer. Eocäne Säugethiere aus dem Gebiet des Schweizerischen Jura, 1862, mit 5 Tafeln. Neue Denkschriften der Allg. Schweiz. Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Band XIX.

Dahin gehörte einmal die Erscheinung eines schon damals von mir als Maki angesprochenen Thieres, die um so mehr Aufsehen erregen konnte, als zu jener Zeit der im Jahre 1822 von Cuvier nach Unterkieferzähnen aus dem Parisergyps beschriebene Adapis noch allgemein als Pachyderm beurtheilt wurde, und erst der im Jahre 1873 von Delfortrie in den Phosphoriten von Quercy gemachte Fund von vollständigen Schädeln mit ähnlichen Oberkieferzähnen wie in Egerkingen auch für den Adapis den Gedanken an Maki's aufkommen liess. Gleichzeitig folgten dann bekanntlich zahlreiche ähnliche Funde in N. Amerika. Zweitens ein Raubthier, das ich als eine Stammform der Viverrenfamilie glaubte ansehen zu dürfen und daher Proviverra nannte, und wofür sich auch erst nach einem Jahrzehnt (1872) die nächsten Analogien in einer Reihe von Fossilien aus dem Eocän von Nordamerika vorfanden, wo ähnliche Gebisse aus Wyoming von Cope unter dem Titel Stypolophus beschrieben und ähnlich beurtheilt wurden. Für beide Fälle erwies sich trotz vieler Anfechtungen mein anfängliches Urtheil als richtig, indem noch in der neuesten Zeit zwei der berufensten Palaeontologen an der Hand eines ausserordentlichen Vergleichungsmaterials, an dem es mir in peinlichstem Maasse gefehlt hatte, demselben beistimmten. Von Lydekker ist Proviverra zum Typus einer Familie von primitiven Carnivoren gewählt worden, und auch bezüglich des Caenopithecus von Egerkingen ist von M. Schlosser der Verdacht, dass er — obwohl allerdings ein Maki — doch schlisslich mit Adapis zusammenfallen möchte, aufgegeben worden.[1])

---

[1]) Lydekker. Catal. of fossil Mammalia. V. p. 307. M. Schlosser, d. Affen, Lemuren etc. des europäischen Tertiär's, III. p. 65.

Im Jahre 1885 wurde uns die Ueberraschung zu Theil, dass Herr Pfarrer Cartier seine gesammte Sammlung von Egerkingen dem Basler Museum zum Geschenk machte. Dass ich, auch abgesehen von meinem persönlichen Interesse an der Sammlung, es als eine Pflicht der Dankbarkeit betrachtete, mich sofort mit der Bearbeitung des noch nicht untersuchten Theils derselben zu befassen, ist selbstverständlich. Wie zu erwarten war, erwies sich indes die Untersuchung als eine sehr schwierige, da auch dieser Nachtrag, der an Umfang das früher Untersuchte um Vieles übertraf, Zahnreihen von einiger Vollständigkeit nur selten enthielt, sondern zum weitaus grössten Theil aus ganz vereinzelten Zähnen bestand. Sehr bald sah ich mich auch bei dieser Arbeit genöthigt, eine wenn auch kleine Anzahl von Stücken, die mir im Vergleich mit allem Uebrigen so fremdartig erschienen, wie früher der Maki und die Proviverra, bei Seite zu legen in der Hoffnung, dass eine Vervollständigung irgend welcher Art sich im weitern Verlauf der Arbeit noch ergeben möchte. Immer und immer wurden sie zwar von Neuem geprüft, aber immer mit demselben Ergebniss, und ihre Erscheinung in Egerkingen blieb mir ein Räthsel.

Erst nachdem die Sammlung soweit gesichtet war, dass die Hoffnung auf ferneren Aufschluss aufgegeben werden musste, entschloss ich mich, als ersten Nachtrag zu der Arbeit von 1862, vorläufig nur diesen Fremdlingen eine kleine Monographie zu widmen.[1]) Auch unter den Hufthieren von Egerkingen waren nämlich Formen

---

[1]) Rütimeyer. Ueber einige Beziehungen zwischen den Säugethierstämmen Alter und Neuer Welt, mit Tafel. Abhandlungen der schweiz. palaeontolog. Gesellsch. Vol. XV. 1888.

zum Vorschein gekommen, deren nächste Parallelen ich nur in Erscheinungen glaubte erkennen zu können, die mittlerweile in Amerika aufgedeckt und von den dortigen Palaeontologen, vor allen durch Prof. E. D. Cope nicht nur als der Neuen Welt ausschliesslich angehörige Geschlechter, sondern sogar als Vertreter einer nach Gebiss und Locomotion von Allem, was die Alte Welt bisher an fossilen Hufthieren hatte kennen lehren, verschiedenen Thierordnung bezeichnet worden waren. Noch einige andere Fossilien aus Egerkingen, die ich ebenfalls nur mit angeblich ausschliesslich amerikanischen Parallelen zusammenzubringen wusste, wagte ich nur abzubilden in der Absicht, mir darüber die Meinung der Fachgenossen zu erbitten.[1]) Das fremdartige Licht, das in dieser Weise von zwei Seiten auf manche Beziehungen zwischen altweltlicher und neuweltlicher Thierwelt überhaupt, anderseits auf so schwerwiegende angebliche Eigenthümlichkeiten grosser Categorien amerikanischer Fossilien fiel, machte es dabei unausweichlich, bei diesem Anlass meine eigenen Anschauungen bezüglich der in Amerika allem Anschein nach zum Durchbruch gekommenen Werthung von Merkmalen von Gebiss und von Lokomotion an Säugethier-Fossilien im Allgemeinen auszusprechen.

---

[1]) Obwohl das Pfarrhaus von Ober-Buchsiten von Geologen und Palaeontologen viel besucht worden ist, so konnten dieselben dort in der Regel nicht viel Belehrung finden, weil es an Raum und Licht gebrach. Die Säugethierüberreste sind daher von wenigen Fachleuten gesehen worden. Einlässlich nur von W. Kowalewski, der wiederholt dort war und Vieles auch bei mir in Basel gesehen und besprochen hatte. Auch A. Gaudry und G. Capellini konnte ich in Basel einiges zeigen und in neuerer Zeit Herrn W. B. Scott aus Princeton, aber lange nicht einlässlich genug, um mich ihres Rathes zu getrösten.

Die Durchsicht der Cartier'schen Sammlung ist endlich der Hauptsache nach vollendet, und ich hoffe, das Neue in einem zweiten Nachtrag zu den Darstellungen von 1862 und 1888 mit der nöthigen Zuthat von Abbildungen zur Veröffentlichung zu bringen. Da dies aus allerlei Gründen leider noch von vielen Schwierigkeiten umgeben ist, so scheint es mir am Platz, das Ergebniss meiner Untersuchung vor der Hand nur in der Form eines Register's mitzutheilen. Obschon ich nicht gewiss bin, dass ich nicht bei neuer Revision in Bezug auf unwichtigere Punkte, wie etwa Werthung von Species-Merkmalen, meine Ansichten etwas modificiren könnte, und vor allem etwa insofern, dass die Analyse, die bisher billiger Weise den Leitfaden abgeben musste, etwas weniger streng gehandhabt werden dürfte, — so denke ich doch nicht, dass ich in wichtigen Dingen zu anderem Urtheil kommen werde. Es wird also ein solches Register doch schon jetzt insofern lehrreich sein können, als es die Beziehungen der Fauna von Egerkingen nicht etwa nur zu derjenigen von Mormont, sondern auch zu den so zahlreichen sonstigen eocänen Landfaunen Europa's in's Licht stellen wird. Zudem kann sich daraus ergeben, in welcher Art von Gesellschaft sich die nach bisheriger Anschauung dem Continent von Amerika — und was nicht unwichtig ist, vorwiegend seiner Westhälfte — ausschliesslich zugeschriebenen Säugethierformen in Europa vorfinden. Es kann ja dies aufmuntern, einerseits in Europa auf derartige *americoide* Erscheinungen mehr als bisher aufmerksam zu sein, andererseits die

weittragenden Schlussfolgerungen, welche in Amerika auf gewisse Merkmale dortiger eocäner Säugethiere gebaut worden sind, einer neuen Abwägung zu unterwerfen. Von allen Seiten ist zu wünschen, dass trotz des vielen Lichtes, das einstweilen hauptsächlich durch Lydekker und M. Schlosser auf die Parallelen zwischen amerikanischer und europäischer Tertiär-Fauna geworfen worden ist, in nicht zu ferner Zeit dies auch von Amerika aus geschehen möge. Allem Anschein nach wird die Liste *europäoider* Thiere dort nicht spärlich ausfallen, und wird es gelingen, eine Menge von Namen trotz noch so guter provisorischer Dienste allmählig wieder entbehrlich zu machen.

Wo ich, wie das ja bei solchen vorläufigen Aufzeichnungen unvermeidlich ist, mich selber neuer Namen bedienen musste, so bin ich natürlich gefasst, die Verantwortung dafür zu übernehmen, und wünsche nichts sehnlicher, als mich dieser Verpflichtung sobald als möglich entledigen zu können. Mit Absicht wählte ich einstweilen in Fällen, wo nur Grössenunterschiede den Ausschlag für Unterscheidung gaben, Ausdrücke von blos relativem Sinn, die keinen Schaden hinterlassen werden, wenn sie sich bei besserer Einsicht als entbehrlich erweisen sollten. Wie Filhol für Quercy, so bin ich auch für Egerkingen geneigt, recht grosse Schwankungen von Körpergrösse innerhalb einer und derselben Species anzuerkennen, namentlich bei Hufthieren.

Da zu dem vorliegenden Zweck scrupulose Systematik, die ja eine möglichst vollständige Kenntniss der betreffenden Thiere voraussetzt, nicht erforderlich ist, so benütze ich als Leitfaden in dieser Richtung den doch voraussichtlich für lange Zeit einen Stützpunkt versprechenden Catalog des Britischen Museums von Lydekker. Immerhin mit allerlei Abweichungen, für welche ich

mich im Einverständniss mit den von Max Schlosser vertretenen Ansichten befinde.[1])

Die wenigen Abweichungen von den in der Arbeit von 1862 niedergelegten Ansichten (völlige Unterdrückung des Genus Chasmotherium und dgl.) glaube ich hier nicht besonders motiviren zu müssen; es wird dies Aufgabe der Schlussarbeit sein; die seit 1862 neu gefundenen Formen sind daher den damals angemeldeten gleich gestellt worden. Nur die bis jetzt als *americoid* zu betrachtenden, in Europa anscheinend zum ersten Mal aufgetretenen Formen sind mit gesperrter Schrift gedruckt. Als Fundorte ausserhalb Egerkingen sind nur die wichtigeren und bezeichnenderen angemerkt, und zwar für die Schweiz (in besonderer Colonne) nur Mormont mit Mm., für Frankreich hauptsächlich Quercy mit Q., Paris mit P., andere Fundorte in Frankreich mit Fr., England mit E. u. s. f.

---

[1]) M. Schlosser, Stammesgeschichte der Hufthiere, sowie dessen umfassende Arbeiten über Unguiculaten. — Eine treffliche Unterstützung ist dem Fachmann auch wohl bekannt in dem „Verzeichniss der bisher bekannten fossilen Säugethiere," von O. Roger, 1887. Auf directe Belehrung hin berichtige ich gerne den Irrthum, der in p. 5 meiner frühern Schrift über Egerkingen Ausdruck fand, dass diese so verdienstliche Arbeit zum Theil auf dem Lydekker'schen Catalog fusse.

Verzeichniss der bis jetzt bekannt gewordenen Glieder der eocänen Fauna von Egerkingen.

Primates.

Lemuroidea (Pseudolemuroiden Schlosser).

Caenopitheus lemuroides Rütim.
— pygmaeus Rütim.
Adapis Duvernoyi Gerv. . . . . Q. etc.
Necrolemur antiquus Filh. . . . . Mm. Q.
— Cartieri Rütim.
— minor Rütim.
? Pelycodus spec. Wasatch-Eocän, Neu-Mexico.
? Hyopsodus spec. Bridger-Eocän, Wyoming.
Puerco-Eocän, Neu-Mexico.

Chiroptera.

Vespertiliavus Schlosser sp. . . . . Mm. Q.

Insectivora.

Neurogymnurus Cayluxi Schloss. (Cayluxotherium Filh.) . . . Q.
Amphidozotherium Filh. sp. . . . . Q.
Dimylus ? Cordylodon sp. ?

Carnivora.

Creodonta. (Carnivora primigenia Lyd.)

Proviverra typica Rütim. Genus Proviv.
Wasatch-Eocän, Wyoming. ? Q. ?

? **Cynohyaenodon.** (= Stypolophus?) Bridger-Eocän.
Quercytherium tenebrosum Filh. . . . . . . Q.
Cynodictis spec. . . . . Q.
Pterodon dasyuroides Gerv. . . . . Q. E.
— spec.
— spec.
Hyaenodon spec. White-River-Miocän, Wyoming. . Q.
? **Mioclaenus** spec. Puerco-Eocän, Neu-Mexico.
Cynodon helveticus Pict. (Viverra angustidens Filh. ?) . . . . . Mm. Q.
Prorhizaena Egerkingiae Rütim.

Carnivora vera.

Pseudaelurus Edwardsii Gerv. . . . . Q.
Amphicyon spec. . . . . Mm. Q.

Rodentia.

Plesiarctomys Schlosseri Rütim.
Sciurus spectabilis F. Major.
Sciuroides siderolithicus F. Major . . . . . Mm. Q. ?
(Theridomys siderol. Pict.)
? — Fraasii F. Major . . . . Ulm.
? — Rütimeyeri F. Mayor . . . . . . Mm.
— spec.
Unbekannter Sciuroid.
Cricetodon incertum Schloss. . . . . Q.

Ungulata.

Artiodactyla.

Tragulida.

Bachitherium curtum Filh. (Gelocus) . . . . . Q.
Haplomeryx spec. . . . . Q.

Dichodontida.

Dichodon cuspidatus Cuv. . . . . **E.**
— Cartieri Rütim.
Tetraselenodon Kowalewskii Schloss. . . . **Mm. Q.**
Lophiomeryx Gaudryi Filh. . . . . **Q.**

Anoplotherida.

Mixtotherium cuspidatum Filh. . . . . . . **Q.**
Xiphodon gracile Cuv. . . . . **Mm. Q.P.** etc.
Dacrytherium Filh. spec. . . . . **Q. E.**

Cainotherida.

Dichobune leporinum Cuv. (= Dacryther. ?) . **Mm. Q.P.** etc.
— Mülleri Rütim. . . . . **Mm.**
— Campichii Kowal. . . . . **Mm.**
— Suillum. Gerv. . . . . **P.**
— Robertianum Gerv. . . . . **Mm. P.**
— Langii Rütim.
Plesiomeryx sp. . . . . **Q.**

Anthracotherida.

Hyopotamus crispus Gerv. . . . . **Mm. Fr.**
— Gresslyi Rütim. . . . . **Mm. E.**
— minor Rütim.
— Renevieri Pict. . . . . **Mm.**
— pygmaeus Rütim.
Rhagatherium valdense Pict . . . . **Mm.**
— majus Rütim.
— minus Rütim.

Suina.

Acotherulum saturninum Gerv. . . . . . . **Q.** etc.
Choeromorus helveticus Pict. . . . . **Mm.**

Cebochoerus minor Gerv.			**Q.**
Hemichoerus Schloss. spec.			**Q.**
Sus spec.			
— spec.			

Perissodactyla.

Lophiodontida.

Lophiodon	rhinocerodes Rütim. Genus Loph. Bridger-Eocän, Wyoming.	**Mm.**	
—	tapiroides Cuv.	**Mm.**	**Fr.**
—	parisiensis Cuv.		**P.**
—	buxovillanus Cuv.		**Fr.**
—	isselensis Blainv.		**Fr.**
—	medius Cuv.	**Mm.**	**Fr.**
—	Cartieri Rütim.		
—	annectens Rütim. (Verbindung zu Protapirus.)		
Lophiotherium	cervulum Gerv. Genus Loph. Bridger-Eocän, Wyoming		**Fr.**
—	elegans Rütim.		**Q.**
Pachynolophus	(Hyracotherium) siderolithic. Pict.	**Mm.**	
—	minor Rütim.		
—	minimus Rütim.		
—	(Lophiodon) Duvalii Gerv. . .		**P.**
—	(Anchilophus Pict.) Gaudini Pict.		**P.**
Propalaeotherium	isselanum Gerv.		**Fr.**
—	jurense Rütim.		
—	minutum Rütim.		
—	anceps Rütim.		

Palaeotherida.

Palaeotherium	magnum Cuv.	**Mm.**	**P.**etc.
—	medium Cuv.	**Mm.**	**P.**etc.
—	crassum Cuv.	**Mm.**	**P.**etc.
—	curtum Cuv.	**Mm.**	**P.**etc.

Paloplotherium magnum Rütim.
— codiciense Gaudry . . . . . **Fr.**
— annectens Cuv. . . . . . . **Fr. E.**
— minus Cuv. . . . . **Mm. P.**etc.
Anchilophus Desmaresti Gerv. . . . . . . **Q.**

Ungulata Trigonodonta. (Condylarthra ?)

Phenacodus europaeus Rütim. Genus Ph. Puerco-Eocän, Neu-Mexico.
— minor Rütim.
? **Protogonia** sp. Genus P. Puerco-Eocän, Neu-Mexico.
? **Periptychus** sp. Genus P. Puerco-Eocän, Neu-Mexico.
Meniscodon sp.

Taeniodonta.

Calamodon europaeus Rütim. Genus C. Wasatch-Eocän, Neu-Mexico.

Ausser Säugethieren sind endlich in Egerkingen wie in Mormont etc. auch eine Anzahl von Reptil-Ueberresten von geringer Grösse vertreten, Crocodile, Schildkröten, Eidechsen, worunter der auch in Quercy vertretene Placosaurus.

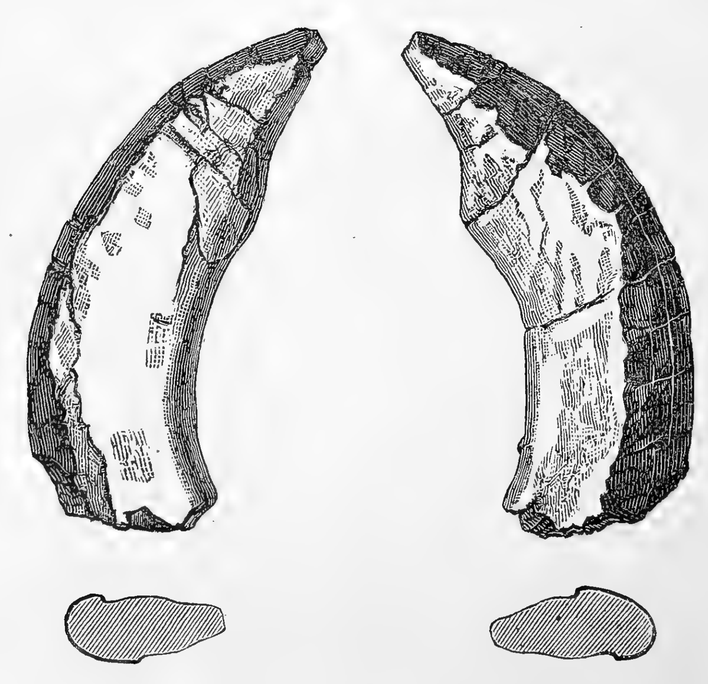
Die von mir an der Hand der in Lausanne deponirten Ueberreste revidirte Liste von Mormont weist ausser den oben angemerkten Formen nur sehr Weniges

auf, was in Egerkingen nicht vertreten wäre, so das zu den Suiden gehörige Hyracotherium Quercyi Filhol, und zwei von Pictet zu Plagiolophus gestellte Palaeotheriden (Pl. siderolithicus und Valdensis Pict.), die wohl sehr wahrscheinlich sich mit dem wohlbekannten Plagioloph. minor werden vereinigen lassen, endlich ein Lophiotherium, das sich wohl ebenfalls an L. cervulum anschliessen wird.

Die Fossilien aus dem Bohnerz von Moutiers und Delsberg sind grösstentheils zerstreut worden. Was davon in Basel liegt oder von Greppin mir seiner Zeit zur Untersuchung zugestellt worden ist, enthält nichts, was nicht in der Egerkingerliste aufgezählt wäre. Diese letztere repräsentirt also, wenn Hyracotherium Quercyi aus Mormont hinzugezählt wird, die Fauna aller andern schweizerischen Localitäten vollständig.

Auf die Zusammensetzung dieser Liste noch besonders einzugehen, scheint überflüssig zu sein. Trotz der überaus schlimmen Erhaltung der Fossilien, die hinter derjenigen in Quercy und gar in der Mehrzahl der amerikanischen Fundorte so ausserordentlich zurücksteht, weist sie bei hundert unterscheidbare Formen auf. Davon ist etwa ein Viertheil auch in Mormont, und die Hälfte auch in den Phosphoriten von Quercy und an allerlei andern Fundorten in Frankreich und England vertreten. Als Fremdlinge erscheinen amerikanische Pseudolemurinen, Creodonta, und unter den Hufthieren einige sogenannte Condylarthra, nebst der in ihrer Beziehung zu den übrigen Säugethieren noch so wenig bekannten Ordnung der Taeniodonta. Ob diese relativ starke, und besonders auch mannigfaltige Beimischung von bisher als nur amerikanisch angesehenen Formen trotz aller Vorsicht, zu welcher mich die sehr grossen Bedenken aufforderten, die ich lange Zeit diesen so unerwarteten

Erscheinungen entgegensetzte, doch noch auf Irrthum von meiner Seite beruhen möchte, mögen am besten die amerikanischen Palaeontologen selber beurtheilen. Sie sind dazu schon jetzt durch die in meinem ersten Nachtrag (1888) gegebenen Abbildungen in ähnlicher Weise in Stand gesetzt, wie ich es war für Orientirung in den Heerschaaren amerikanischer Funde. Nur für den seltsamsten aller dieser Fremdlinge, für Calamodon, füge ich hier nach dem vollständigst erhaltenen aus einer Anzahl von Zähnen noch eine Abbildung bei, welche die in der Schrift von 1888 gegebene Tafel für den americoiden Antheil der Egerkingerfauna vervollständigt. Fragmentäre Ueberreste ähnlicher Art werden sich der Schlussarbeit beifügen lassen. Auf die amerikanischen Parallelen, in Cope Tert. Vert. p. 189, Pl. XXIV[b] und Extinct Vert. of New Mexico p. 162, Pl. XLI, brauche ich die Fachgenossen nicht aufmerksam zu machen.



Calamodon europaeus Rütim. Nat. Grösse.



Calamodon europaeus Rütim. Nat. Grösse.

Ohne auf die allem Anscheine nach so schwierige Parallelisirung der stratigraphischen Aequivalente in den eocänen Ablagerungen Alter und Neuer Welt einzugehen,[1]) ergiebt sich also in erster Linie, dass die Fauna von Egerkingen mindestens einer ungewöhnlich langen Succession von Thierwelt entsprechen muss, indem sie neben Formen, welche bis in die obersten Lagen des Eocän's auszuhalten pflegen, auch solche enthält, welche bis in die untersten bis jetzt bekannt gewordenen Lagen dieser Periode reichen. Das unerwartetste Licht würde aber ohne allen Zweifel auf diese Thierwelt von Seite der Ver-

---

[1]) Siehe darüber von americanischer Seite Cope, Relations of the Horizons of extinct Vertebrata of Europe and N. America. Bullet. U. S. Survey of the Territories, V. 1, 1879. Von europäischer Seite die Arbeit von Filhol, Relation des Horizons renfermant des Vertébrés fossiles en Europe et en Amérique. Ann. Sc. géolog., XIV, 1883.

treter der neu-mexikanischen Puerco-Fauna fallen. Viel weniger, weil dieselbe bisher als ausschliesslich der Neuen Welt angehörig galt,[1]) als deshalb, weil dieselbe nach den Mittheilungen von Cope (American Naturalist, XXII, 1888, p. 161) in der Neuen Welt selber so isolirt dazustehen und überdies an mesozoische Thierwelt so nahe anzustreifen scheint. Von 93 Säugethieren dieser Fauna soll ja nach Cope keine einzige Species einer früheren oder späteren Epoche zugleich angehören, und ein einziges Genus, Didymictis, die Puerco-Bildung überleben. Anderntheils würden in ihr zwei ganze Familien von Hufthieren aussterben, die Periptychiden und Pantolambdiden, von welchen beiden ich Spuren in Egerkingen vermuthe, sowie die in Egerkingen allerdings bisher durch Nichts angedeutete, wohl aber in Rheims durch die Arbeiten von Lemoine aufgedeckte und der Puerco-Fauna eine mesozoische Physiognomie gebende Gruppe der neuerlich den Monotremen zugetheilten Multituberculata.

Die nicht unwichtige Frage, ob in Egerkingen diese so sehr an die Puerco-Fauna anstreifenden Formen in einem andern Niveau als die übrigen Fossilien abgelagert waren, lässt leider durchaus keine Lösung erwarten, da alles in der Ausfüllungsmasse der Juraspalten zusammen-

---

[1]) Bei solchen sich immer mehrenden Andeutungen über sehr alte und von gegenwärtigen Thatsachen vielleicht nicht so entfernte Parallelen zwischen alt- und neuweltlicher Thierwelt kann man sich kaum erwehren, der Analogie zu gedenken, welche zwischen solchen Verhältnissen und den in neuester Zeit in so ausgezeichneter Weise von Prof. J. Geikie (The Evolution of Climate, Adress R. Phys. Soc. 1889/90) zusammengestellten Schlüssen über die Stabilität der geographischen Beziehungen zwischen Alter und Neuer Welt liegen würde.

geschwemmt oder ohne irgendwelche Sichtung in Haufen von Bohnerzhaltigem Bolus eingebettet ist, die dem Jurakalk oberflächlich aufliegen oder zwischen dessen Lager eingedrungen sind.[1]) Immerhin bleibt es bezeichnend genug, dass nach der wohl durchaus berechtigten Annahme von Cope auch der placentale Antheil der Puerco-Fauna, dem die Paar parallelen Formen aus Egerkingen angehören, den Charakter von Stammformen für die Säugethierwelt der späteren Epochen an sich trägt.

---

[1]) In einer in neuester Zeit zu diesem Zweck eröffneten neuen Grube von geringem Umfang bestand die Ausbeute aus Ueberresten (allerdings gutentheils nur einzelne — aber gut erhaltene Zähne) von folgenden Formen:

Primates: **Adapis** Duvernoyi, **Necrolemur** eine oder zwei Species, ? **Hyopsodus** sp. ? **Pelycodus** sp.

Carnivoren: **Proviverra.**

Ungulata: **Dichodon** sp. **Dacrytherium** sp. **Dichobune** Mülleri. **Plesiomeryx.** **Hyopotamus** crispus und Gresslyi. **Rhagatherium** majus. **Acotherulum** saturninum. **Choeromorus** helveticus.

Lophiodon rhinocerodes und tapiroides. **Lophiotherium** cervulum. **Pachynolophus** (Hyracotherium) siderolithicus, Gaudini und minimus. **Propalaeotherium** isselanum und minutum. **Paloplotherium** codiciense und minus. **Palaeotherium** curtum. **Anchilophus** spec.

Also allerdings eine ebenso reiche als bunte Mischung von Dingen, die wohl trotz der nur auf wenige Meter anzuschlagenden Mächtigkeit des Fossilien haltenden Gesteins auf überaus lange Andauer des eocänen Thierlebens am Südfuss des Jura und vor allem in Egerkingen hinweist.

Zu eigener Beruhigung sah ich mich bei der Anmeldung so ganz americoider Säugethiere in Egerkingen im Jahre 1888 genöthigt, mir selber über die Haltbarkeit so befremdlicher Ergebnisse genaue Rechenschaft zu geben. Meinerseits hatte ich ja nur eine kleine Anzahl von Zähnen vor mir, die allerdings Eigenthümlichkeiten an sich trugen, die mir an europäischen Fossilien sonst ähnlicher Art vollständig neu erschienen. Gerade diese Eigenthümlichkeiten sollten aber nach den Angaben der americanischen Forscher, welchen ganze Skelete von seltener Vollständigkeit vorlagen, und vor allem nach den Angaben von Prof. Cope, mit nicht minder eigenthümlichen Merkmalen im Bau von Hand- und Fusswurzel so combinirt sein, dass darauf völlig neue Categorien von Systematik, wie Condylarthrie, Amblypodie u. s. f. gegründet wurden. Dies nöthigte mich, einmal den angeblichen Verband der an europäischen Hufthieren so befremdlichen Gebissmerkmale mit den in Amerika am Fussskelet wahrgenommenen auf seine Stärke zu prüfen, und führte des weitern zu der Frage, in wie weit der von Prof. Cope vorgenommene Ersatz von Classificationsprincipien, die den Merkmalen des Gebisses entnommen waren, durch solche, welche sich auf Eigenthümlichkeiten in dem Bewegungsapparat stützten, berechtigt oder gar unvermeidlich wäre, und welchen von diesen zwei Categorien von Classificationsprincipien grössere Stärke zukomme. Endlich konnte ich nicht vermeiden, den Werth der in Rede stehenden Merkmale am Gebiss von Hufthieren mit den Ergebnissen, welche

ich schon im Jahre 1863 in einer einlässlichen Arbeit über das Gebiss von Hufthieren[1]) gewonnen hatte, in Vergleich zu bringen. Für europäische Palaeontologen war es ja gutentheils geradezu eine Art von Lebensfrage, zu erfahren, ob sie mit Demjenigen, was ihnen in den meisten Fällen europäische Fossilien darboten, weiter arbeiten dürften, oder ob sie sich der von Seite ihrer viel günstiger gestellten amerikanischen Mitarbeiter ausgegangenen neuen Legislatur zu unterwerfen hätten.

Dieser Untersuchung war die erste Hälfte meiner Abhandlung vom Jahre 1888 gewidmet. Für den Locomotionsapparat musste ich mich nothgedrungen nur an europäische Thierwelt halten, da amerikanische Fossilien bis auf den heutigen Tag in europäischen Museen so viel als ganz fehlen, und absichtlich wählte ich die zugänglichsten Formen. Die Schlussfolgerungen, zu welchen ich kam, wurden absichtlich so bestimmt als möglich formulirt und auf pag. 62 und 63 der genannten Schrift zusammengefasst.

Diesen Schlussfolgerungen hat nun Prof. Cope seinerseits im American Naturalist, September 1888, Einwendungen entgegengestellt, auf welche ich bei diesem Anlass einiges erwidern möchte. In erster Linie spreche ich gerne Herrn Cope meinen aufrichtigen Dank aus für die sehr freundliche Form seiner Entgegnung und namentlich für die volle Anerkennung, dass die von mir im Jahre 1863 durchgeführte Darstellung der Homologien des Hufthiergebisses den zu gleichen Resultaten gelangten Arbeiten von ihm selber und von Kowalewski

---

[1]) Rütimeyer, Beiträge zur Kenntniss der fossilen Pferde und zur vergleichenden Odontographie der Hufthiere überhaupt. Verhandl. d. Naturf. Ges. in Basel, III, 4, 1863.

um volle 10 Jahre zuvorgekommen sei. Dabei gebe ich unumwunden zu, dass ich, — in vollem Bewusstsein, dazu nicht über das nöthige Material zu verfügen, — es damals absichtlich vermied, die Uebersicht über andere Ordnungen der Säugethiere als über die Hufthiere so weit auszudehnen, dass ich damit an die Oeffentlichkeit hätte treten dürfen. Einlässliche Versuche, die mich theilweise nahe an die in neuster Zeit von Herrn Osborn gewonnenen Generalisationen führten,[1]) sind manuscript geblieben und jetzt vollständig entbehrlich geworden und in mancher Richtung überholt. Immerhin würde ich mir gegenüber den Darstellungen von Osborn heute noch allerlei Vorbehalte wahren, die namhaft zu machen überflüssig ist, da Niemand mehr als ich zu der Anerkennung geneigt sein kann, dass gegenüber dem so ausserordentlich reich gedeckten Tisch, an welchem unsere amerikanischen Mitarbeiter sitzen, unsere Hülfsmittel nur wie Brosamen erscheinen.

Von meinen Schlussfolgerungen bespricht Prof. Cope a. a. O. nur N° 1 und 2, die sich auf den classificatorischen Werth von carpalen und tarsalen Gelenkverbindungen und auf die Bedeutung von trigonodonter Anordnung der Krongipfel von Backzähnen bei Hufthieren beziehen.

Was den ersten Punkt betrifft, so musste ich mich allerdings für Beurtheilung von Carpal- und Tarsalgelenk bei sogenannten Condylarthra ausschliesslich an die Abbildungen in den grossen Kupferwerken von Cope halten und auch heute bin ich nicht in besserer

---

[1]) Osborn, Evolution of Mammalian Molars to and from the trituberculate type. Amer. Natur. 1888.

Lage. Doch kann ich bei der Trefflichkeit dieser Abbildungen kaum annehmen, dass mich dieselben zu so grossen Missverständnissen führten, wie Herr Cope a. a. O., p. 833, vermuthet. Was ich bestritt, war die Anwendung nicht etwa der Modificationen von Bewegungs-Mechanik im Grossen, wohl aber der Articulationsgrenzen, — ich will sagen der Varianten in dem Détail von Mosaik in Carpus und Tarsus — zu Zwecken von Classification an fossilen Thieren. Nicht nur wegen der seltenen praktischen Anwendbarkeit solcher Verhältnisse in so ausserordentlich vielen Fällen, sondern weil mir die von Herrn Cope aufgestellten Categorien im Détail keinerlei ausreichende Greifbarkeit zu besitzen schienen. Noch mehr endlich, was ja sehr bestimmt ausgesprochen wurde, weil ja überhaupt bei allen terrestrischen Thieren Hand und Fuss von vornherein so verschieden ausfallen, dass unter allen Umständen ein und derselbe Titel niemals Merkmale von Hand und Fuss gleichzeitig enthalten kann. Schon hierin lag also doch von vornherein ein grosser logischer Uebelstand, der Categorien von solchem Rang nicht anhaften sollte.

Aber noch mehr. Je mehr ich die von Herrn Cope mir gemachten Einwendungen erwäge, desto mehr fange ich an, mich selber zu fragen, ob ich wirklich den Sinn von Begriffen wie Taxeopodie, Condylarthrie, Diplarthrie u. s. f. nicht zu packen vermochte. Wenn ich die Diagnosen von Cope richtig gelesen habe, so handelte es sich ja dabei absolut nicht um die geometrische Gestalt von Carpal- und Tarsalknochen, sondern ausschliesslich um ihre gegenseitigen Gelenkberührungen. Und da sehe ich noch jetzt unter Hufthieren so wenig Schwankungen, dass mir die Diagnosen von Cope immer neu an den Objecten, die ich vor mich stelle, jeden sichern Griff zu versagen scheinen. Wie ich a. a. O. einlässlich durch-

geführt habe, sehe ich unter noch lebenden Thieren, vom Elephant bis zum Pferd (es war ja nur von Mesaxonia die Rede), also von relativ isopoden und isodactylen bis zu den heteropodesten (d. h. heterocarpalen und heterotarsalen) Hufthieren Carpus und Tarsus ihrer verschiedenen Function gemäss so verschieden angelegt und so verschieden ausgeführt, dass ich kein Wort zu erfinden wüsste, das die Merkmale beider zugleich andeuten könnte. Beides sind eben, — in weit höherem Grade als etwa bei den wenigen noch fast isopod gebliebenen Batrachia caudata und Reptilien, — wenn schon aus ideal und vielleicht bei wenigen allerprimitivsten Formen ursprünglich wirklich gleichartigen Bausteinen aufgebaut, doch ihrer Function nach vollkommen verschiedene Structuren. Brauchbare Classificationstitel lassen sich dabei höchstens noch dem viel einfacher und variationsfähiger, insofern also primitiver gebliebenen Carpus entnehmen, während der Tarsus durch seine einförmige Function an viel einförmigeren Bau gebunden ist und einige Variation seiner Architektur höchstens noch bei weitgehender Iso- und Poly-dactylie erlaubt, die dann äusserlich den Eindruck von Plantigradie zu erzeugen pflegt. Mit Aufstellung des Fusses und Reduction der Zahl der functionirenden Finger wird aber der Spielraum für Variation in den Gelenkberührungen sofort so knapp, dass letztere für Classificationsbegriffe irgend höhern Ranges keinen Griff mehr bieten. Wozu gar noch kömmt, worauf ich auch schon früher hingewiesen habe, dass diese Verschiebungen zwischen den Bestandtheilen der Gelenkmosaik an Carpus und Tarsus so leise sind, dass sie unter allen Umständen erst im erwachsenen Alter Flächen von so scharfer Begrenzung schaffen, dass sie sich in ein oder wenige Worte fassen lassen.

Ich kann also immer noch, was übrigens auch schon

M. Schlosser hie und da angedeutet hat (Stammesgeschichte der Hufthiere, p. 5—10), Condylarthrie nur als etwas Relatives ansehen, dessen Gradationen sogar an lebenden Thieren kaum zu fixiren wären. Einerseits wird sich voraussichtlich bei sorgfältiger Untersuchung ein Uebergang von Condylarthrie zu Diplarthrie sowohl in der geologischen Reihenfolge der Geschöpfe, als in der ontogenetischen Reihenfolge der Altersstadien nachweisen lassen. Andererseits lässt sich die Structur des Elephantenfusses als condylarthrisch im Superlativ bezeichnen. Bei Phenacodus und Hyrax hört Taxeopodie auf, und beginnt das Cuboid zum Zwecke festerer Fügung eine Facette am Astragalus, oder auch das Naviculare eine solche am Calcaneus zu gewinnen, wie im erwachsenen, aber noch nicht im jugendlichen Tapir. Ueberall handelt es sich nur um progressiv festere Fügung der Bausteine der Fusswurzel für Hufthiere, im Gegensatz zu der losen und daher oft innerhalb eines und desselben Genus schwankenden Fügung derselben bei Raubthieren oder Unguiculaten im Allgemeinen. Für Condylarthrie des Tarsus, wie sie von Cope definirt wird, in p. 377 seines grossen Werkes, finde ich keinen Platz.[1])

Condylarthrie wird von Cope selber in seiner Entgegnung (Americ. Naturalist, Septb. 1888, p. 833) bezeichnet als Verbleiben eines Unguiculaten-Fussgelenkes innerhalb des Hufthiertypus. Dies ist meines Erachtens einfach Ausdruck von Fünffingrigkeit an einem relativ noch indifferenten Fussgelenk. Das geringe Ueberwiegen

---

[1]) Der Druckfehler, der doch sicherlich der von Schlosser (p. 5 der Stammesgeschichte der Hufthiere) gegebenen Definition von tarsaler Condylarthrie anhaftet, ist recht geeignet, die durch dieses unglückliche Wort angestellte Verwirrung ins Licht zu setzen.

von Finger III erzeugt ein schmales Naviculare und einen schmalen Astragaluskopf, und lässt gleichzeitig, ähnlich wie bei dem lockern Unguiculaten-Fuss, eine convexe Fläche des Astragaluskopfes und eine concave Oberfläche des Naviculare bestehen. Der Astragalus steht daher wie bei Unguiculaten in Verbindung mit dem Cuboid, wie dies gelegentlich auch bei Hyrax und bei dem Tapir zu finden ist, und auch bei Proboscidea eintreten würde, wenn sich nicht das breite Naviculare dazwischen schöbe. Nach den Abbildungen scheint mir Phenacodus auf der Stufe von Hyrax zu stehen. Für den Hinterfuss steht also unter den noch lebenden Hufthieren der Elephant (wenn der Name Hufthier ihm gebührt, wofür ich auf p. 11 meiner Schrift verweise) allein, in Betracht seines ausserordentlich breiten Naviculare. Unter den übrigen Hufthieren steht das Cuboideum mit dem Astragalus in Verbindung:

a) reichlich bei Breitfüsslern (Amblypoda);

b) kaum bei relativ isodactylen Schmalfüsslern mit schmalem Astragaluskopf (Phenacodus, Hyrax, und auch bei Unguiculaten) und bei Imparidigitata mit dominirendem Mittelfinger, — sehr stark dagegen bei Paridigitata mit dominirendem Doppelfinger III+IV.

Wie denn auch die zwei Categorien, die Cope (Vertebr. of the Tert. Form. of the West, p. 378) factisch für die Gelenkweise des Carpus aufstellt:

a) Naviculare getragen vom Trapezoid (Taxeopoda, Proboscidea, Amblypoda), mit der Unter-Categorie für letztere, dass hier das Unciforme mit dem Magnum das Lunare trägt,

b) Naviculare getragen vom Magnum (Diplarthra),

in hohem Grade anfechtbar sind; insofern als bei Probos-

cidea und Hyrax — und Wer weiss, ob nicht noch in manchen andern Fällen — das Naviculare getragen ist vom Centrale und nicht vom Trapezoideum, und bei Diplarthra von Magnum plus Trapezoideum, seltener nur vom Trapezoideum. Und auch insofern, als der zweite Gesichtspunkt, der in diese Categorien hineingelegt ist:

α) Os Magnum nur in Verbindung mit Lunatum (Taxeopoda, Proboscidea),

β) Os Magnum plus Unciforme das Lunatum tragend (Amblypoda, Diplarthra),

anfechtbar ist für Tapir und Rhinoceros, wo Lunatum nur auf Uncinatum ruht, aber auch für andere Fälle unter Diplarthra, wo Unciforme ausser aller Verbindung mit Lunatum steht (Anchitherium, Hipparion) u. s. f.[1])

Meinerseits muss ich daher nochmals, ganz abgesehen von der fatalen praktischen Unbrauchbarkeit der Cope'schen Classifikationsbegriffe auch deren theoretische Verwendung zu Fundamenten der Systematik ablehnen und mich mit dem schon früher gemachten Zugeständniss begnügen, dass ja im Allgemeinen diese Reihenfolge von Begriffen von Taxeopodie bis Diplarthrie uns eine in der Schöpfung verwirklichte Reihenfolge von Modificationen des Bewegungsmechanismus vor Augen führt; dass sich diese Reihenfolge aber innerhalb eines viel zu engen Rahmens bewegt und viel zu undeutliche Spuren schafft, als dass sie für Classification der Heerschaaren von

---

[1]) Eine Zusammenstellung einer Anzahl zuverlässiger Abbildungen, welche auf diese Verhältnisse zum Theil Bezug haben, findet sich in der vor kurzem von meinem langjährigen Assistenten, Dr. Leuthardt, veröffentlichten Schrift über Reduction der Fingerzahl bei Ungulaten. Spengel's Jahrbücher für Zoolog. Abtheilung für Systematik. V. 1, 1890.

Geschöpfen, mit welchen die Palaeontologie zu thun hat, praktische Dienste leisten könnte.

Ein Uebelstand fernerer Art, der den Cope'schen Bewegungs-Categorien anhaftet, erwächst aus der noch offenen Frage, ob und in wie weit Veränderungen in der Bewegungsmechanik mit solchen in der Kau-Mechanik Schritt halten, oder ob je zu erwarten ist, dass uns ein Zahn — doch unter allen Umständen ein zugänglicheres, lesbareres und inhaltreicheres Document, als die für die Cope'sche Systematik nöthige Zahl von Fussgelenkflächen — in Stand setzen kann, über Gelenkmechanismus eines fossilen Thieres zu urtheilen.

Dass in einer schliesslichen Uebersicht über die Geschichte der Thierwelt den von Cope so stark in den Vordergrund gestellten Gesichtspunkten, sobald dieselben an den einzelnen Geschöpfen vollständig genug eruirt sein werden, eine nicht unwichtige physiologische, ich möchte fast lieber sagen malerische Rolle einzuräumen sein werde, wird Niemand bestreiten können. Nur möge man uns nicht zumuthen, palaeontologische Arbeiten mit der Feststellung solcher Verhältnisse zu beginnen. Wir werden froh genug sein müssen, wenn sich am Schluss derselben in dieser Richtung etwas Greifbares ergeben wird.

Ob endlich wirklich gewisse Bewegungsformen nur in der Neuen Welt zur Verwirklichung kamen, ist eine Frage zoogeographischer Art, die natürlich nur auf empirischem Wege zur Beantwortung kommen kann. Dass eine derartige Isolirung für grosse terrestrische Hufthiere nicht gerade wahrscheinlich erscheint, schliesst die Möglichkeit derselben für organisch so isolirte Typen, wie vielleicht Toxodontia und dergleichen, noch keineswegs aus. Immerhin scheint aber das Genus Coryphodon Amblypodie auch für Europa anzumelden, und ist auch

altweltliche Condylarthrie durch den Phenacodus von Egerkingen sehr wahrscheinlich geworden.

Ich muss also von den auf pag. 62 meiner Schrift von 1888 zusammengestellten Schlussfolgerungen auch Punkt 1 immer noch festhalten.

Von den übrigen Punkten ist von Hrn. Cope nur noch N° 2 angefochten worden, und nur insofern, als der Ausdruck „Trigonodontie", den ich für einen an europäischen Hufthieren mir neu erschienenen Bauplan oberer Molaren verwendete, ihm entbehrlich erschien. Ich bin ganz darauf gefasst, dass sich derselbe mit der Zeit als entbehrlich erweisen werde, und werde ihn dann gerne preisgeben. Einstweilen aber darf ich Herrn Cope, der uns eine so grosse Anzahl von neuen Begriffen viel weniger unschuldiger Art anempfohlen hat, wohl bitten, diesen harmlosen Ausdruck so lange gelten zu lassen, bis wir eben in Europa über den morphologischen und phylogenetischen Werth dieser für uns an Hufthieren so neuen Zahnform in's Reine gekommen sein werden. Obwohl ich nicht zweifle, dass schliesslich der Begriff „Trituberkulie" den Sieg gewinnen werde, schien mir einstweilen der Titel Trigonodontie für „Trituberkulie an Zygodonten" doch sehr Gutes zu leisten.

In Bezug auf zwei von Cope hervorgehobene Missverständnisse in meiner Schrift halte ich es für möglich, dass ich irgendwo unrichtig las, wenn ich Diplarthrismus von Cope als ein primitives Merkmal bezeichnet glaubte. Weniger kann ich an ein Missverständniss glauben, wenn ich aus pag. 378 (unten) des grossen Cope'schen Werkes schloss, dass Cope Hyracoidea und Condylarthra als gleichwerthige Subordines der Taxeopoda betrachte, während das Tableau auf pag. 382 die Hyracoidea als eine Modification der Condylarthra hinzustellen schien.

Die Palaeontologie hat ihre Kinderjahre in der

Alten Welt durchlebt. Unter allen Gebieten der Naturgeschichte ist kein einziges, das mit so viel Zutrauen auf lange Jugend zählen darf und Sättigung und deren Folgen noch lange nicht zu fürchten hat, wie die Palaeontologie. Seit einigen Jahrzehnten ist der Schauplatz palaeontologischer Entdeckungen, und also das Schwergewicht palaeontologischer Arbeit auf den Boden der Neuen Welt verlegt worden. Amerika steht in dem Zeitalter seiner palaeontologischen Conquista. Wir altweltliche Palaeontologen könnten nichts besseres thun, als gemeinsam für einige Zeit nach der Neuen Welt überzusiedeln und uns dort von Neuem an die Arbeit zu setzen. Ich muss fürchten, dass mir eine solche Verjüngung nicht mehr zu Theil werden könne. Um so mehr habe ich Grund zu der Hoffnung, dass unsere Mitarbeiter drüben es sich angelegen sein lassen möchten, ihre an so überaus vollkommenerem Material gewonnenen Ergebnisse mit den bis jetzt für die Alte Welt bewährten in Uebereinstimmung zu bringen. Sie haben lange Zeit von uns gelernt. Nichts kann uns erwünschter sein, als von ihnen zu lernen. Nur mögen sie nicht eine neue Sprache von uns verlangen. Keine Erwartung ist berechtigter als die, dass die bisherige palaeontologische Sprache so gut wie die Alltagssprache sich mit der Zeit auch den neuen Bedürfnissen gewachsen zeigen werde.

Nachschrift.

Unmittelbar nach Abschluss des Obigen erhalte ich die freundliche Zusendung der Herren W. B. Scott und H. F. Osborn in Princeton über die Säugethiere der

Uinta-Formation.[1]) In dem Capitel IV dieser überaus wichtigen Abhandlung wird von Herrn Osborn unter dem Titel „The Evolution of the Ungulate Foot“ mit Hülfe eines Materiales, wie es eben nur in Amerika zu finden ist, und unterstützt durch vorzügliche Zeichnungen wesentlich dasselbe Thema besprochen, das ich in der ersten Hälfte meiner Arbeit über die Säugethierstämme Alter und Neuer Welt zur Anregung brachte und in dem Obigen noch mehr befestigt zu haben glaube. Es ist also unerlässlich, mich auch über diesen Aufsatz von Herrn Osborn auszusprechen. Es kann dies um so kürzer geschehen, als Herr Osborn unter Verwendung eines Reichthums von Hülfsmitteln, gegen welchen die meinigen fast verschwinden, meinen Einwendungen gegen die Anwendung der von Herrn Cope vorgeschlagenen Classification im Grossen und Ganzen beitritt. Er kommt dabei zu dem Ergebniss, dass trotz aller Widersprüche in der von Cope vorgeschlagenen Classification doch bestimmte Linien von Modification der Fussstructur in den verschiedenen Reihen von Plantigradie bis Digitigradie erkennbar seien und dass in dem Auftreten von Zwischengelenken kein Zufall walte. Dass immerhin eine Unterscheidung zwischen Constantem und Variablem, wovon allerlei mitgetheilt wird, zu treffen sei, und dass also scharfe Grenzlinien nicht erwartet werden dürften.

Das sind nun allerdings wohl erwogene Aussprüche, welchen jeder Anatom beitreten muss, und ich gestehe gern, dass ich meinerseits jedem Wort von Herrn Osborn auf pag. 557—558 beistimme. (Nur mit Ablehnung der Kowalewski'schen Begriffe von Adaptivität und Inadap-

---

[1]) Scott und Osborn, The Mammalia of the Uinta-Formation. 1889.

tivität, gegen welche ich die von mir a. a. O. Note zu pag. 16 gemachten Einwendungen festhalte.) Auf diesem Fuss kann also die von mir angehobene Controverse als geschlichtet angesehen werden, da ja Herr Osborn selber gewiss nicht die Absicht hat, die von ihm auf pag. 559 gegebene Modification des Cope'schen Tableau's als ein Classificationsgerüst zu empfehlen, sondern dieselbe wohl vielmehr als ein vermuthlich mit der Zeit noch allerlei weiterer spezieller Eintragungen bedürftiges Corollarium über diesen Gegenstand, — als ein physiologisches Schlusscapitel, und nicht als einen Leitfaden für palaeontologische Museumsarbeit einführt.

Im nämlichen Sinn begrüsse ich auch das ebenfalls im Wesentlichen physiologische Schlusscapitel V. der nämlichen Abhandlung „The principles of displacement", das eine Menge von Erwägungen behandelt, die den Palaeontologen so gut wie den Anatomen ja fort und fort beschäftigen müssen, und das allerlei Probleme aufstellt, die einer speziellen Untersuchung in hohem Grade bedürfen. Obschon ich annehme, dass diese letztere wohl am besten vorerst an lebenden Geschöpfen und vor allem unter Berücksichtigung ihrer verschiedenen Altersstadien durchzuführen wäre und hieran zu erstarken hätte, bevor sie sich auf palaeontologischen Boden wagte, so scheinen mir doch auch hier die auf pag. 568 zusammengestellten Gesichtspunkte die grösste Aufmerksamkeit zu verdienen und sehr nützliche Prospecte für eine solche Untersuchung abgeben zu können.

Ein Bohrversuch auf Steinsalz bei Bettingen

von

Dr. V. Gilliéron.

Im Anfang des Jahres 1887 wurde im Grossen Rathe Basels von der Budgetcommission die Frage aufgeworfen, ob es nicht der Mühe und Kosten werth wäre, bei der Eisenbahn-Verbindungsbrücke, an der Birs oder im Gemeindebann von Riehen Bohrversuche auf Salz anzustellen. Aus geologischen und ökonomischen Gründen

---

Vorstehende Arbeit fand sich im schriftlichen Nachlass von Dr. V. Gilliéron. Er hatte dieselbe zum Drucke in unsern Verhandlungen bestimmt. Leider ereilte ihn der Tod bevor das Manuscript vollendet war. Ein letzter Abschnitt betitelt: „Geologische Bemerkungen" war nur mit wenigen Zeilen begonnen. Dessenungeachtet bildet das Vorhandene sammt einer Profiltafel und einem geschriebenen Bohrprofil ein Ganzes, das der Publikation werth ist. Die Herren Prof. Dr. C. Schmidt und A. Gutzwiller haben die Arbeit durchgesehen und nur wenige unwesentliche Veränderungen vorgenommen.

Die Redaktion.

fand diese Anregung im Grossen Rathe keinen Anklang. Nichtsdestoweniger hörte man bald nachher, eine Gesellschaft beabsichtige die vorgeschlagenen Bohrversuche zu machen, sobald sie günstige Concessionsbedingungen seitens der Regierung erlangen könne. Dieses Auseinandergehen der Ansichten über die geologischen Verhältnisse unserer nächsten Umgebung bewog mich die bessern jetzigen topographischen Karten zu einer neuen geologischen Aufnahme zu benützen, um, wenn möglich, mehr Licht in die Sache zu bringen. Die erhaltenen Resultate will ich jetzt mittheilen, und hoffe dadurch den Beweis zu leisten, es sei einerseits gerechtfertigt gewesen, einen Bohrversuch vorzunehmen, aber das Misslingen desselben mache anderseits die Hoffnung, auf stadtbaslerischem Gebiet Salz zu gewinnen, so verschwindend klein, dass es nicht angezeigt ist, weitere Bohrungen anzustellen. Daneben hoffe ich einen Beitrag zu der geologischen Kenntniss unserer Umgebung zu liefern.

Das kleine Gebiet des Kantons Basel-Stadt besteht aus zwei Theilen, von denen der eine der Rheinebene, der andere der südwestlichen Ecke des Dinkelbergs angehört. Die Bodengestaltung dieser Gegend ist am besten auf vier Blättern des topographischen Atlas der Schweiz dargestellt: Basel-Allschwil, Therwil, Basel-Riehen und Muttenz, die auch zu einer einzigen Karte vereinigt wurden; zum Verständniss gegenwärtiger Arbeit genügen die zwei letztern Blätter. So viel als möglich werde ich nur die darauf angegebenen Ort- und Flurnamen verwenden.

Die Rheinebene.

Wie bekannt, besteht überall der Boden der terrassenförmig abgestuften Ebene aus alluvialem und diluvialem Rhein-, Birs- oder Wiesenkies, welcher von einer

mehr oder weniger sandigen oder schlammigen Schicht bedeckt ist. An den tiefern Theilen der Ufer des Rheines und des Birsig, sowie überall da, wo man die Kiesschicht tief genug abteuft, trifft man auf blauen Mergel (gewöhnlich blauer Lett genannt), auf molassenartigen Sandstein, seltener auf Süsswasserkalk.

Diese Schichten gehören in ihrem obern Theile zum Untermiocän und in ihrem untern zum Oligocän. Sie sind horizontal, oder nur wenig und verschiedenartig geneigt. Auskunft über ihre Mächtigkeit hat man nur durch drei Bohrungen erhalten. Im Jahre 1770 wurde bei Binningen mit einem Bohrloch von ungefähr 58 m. Tiefe (192′) diese Formation nicht durchsenkt.[1]) In Klein-Basel hat man im Jahre 1852 unter 6 m. Kies 61 m. Letten durchbohrt.[2]) Im St. Albanthal ist im Jahre 1888 ein Bohrloch bis 57 m. in Letten und Sandstein getrieben worden. Nach den anderswo im Rheinthal gemachten Erfahrungen dürfen wir nicht glauben, man sei bei diesen Bohrungen nahe daran gewesen, die Unterlage des Tertiärs anzutreffen. Um Wasser, Kohle, Petroleum aufzufinden, hat man im Rheinthal viele Bohrungen ausgeführt, von denen ich die tiefsten hier anführen will.

In Nieder-Sept, westlich von Basel, nur 5 Kilometer vom jurassischen Rande der Ebene entfernt[3]) . . . . 270 m.

---

[1]) P. Merian. Notizen im Bericht über die Verh. der Naturf. Ges. in Basel, Bd. 10, S. 158.

[2]) A. Müller. Ueber das Grundwasser und die Bodenverhältnisse der Stadt Basel. S. 101.

[3]) Andreae. Beitrag zur Kenntniss des Elsässer Tertiärs. Abhandl. zur geolog. Spezialkarte von Elsass-Lothringen. Bd. II, S. 100 und 102.

Umgebungen von Mülhausen; Maximum von vielen Bohrversuchen[1] . . . . 240 m.

Müllenbach bei Bühl (Grossherzogthum Baden) nur ungefähr 1300 m. von anstehendem Granit entfernt[2] . . . . 246 m.

Oos bei Baden, ungefähr 1600 m. von anstehendem Lias und Buntsandstein entfernt.[2] . 257 m.

Hagenau, mitten in der Ebene[3] . . . . 297 m.

Sulz-unter-Wald, zahlreiche Bohrlöcher in einigen Kilometer Entfernung vom anstehenden Vogesen-Sandstein, Maximum[4] . . . . 300 m.

Keines dieser Bohrlöcher hat die dortigen Tertiärschichten durchsenkt, obgleich mehrere nicht weit von dem Rande des Gebirges angelegt waren.

Die Annahme, man werde in Basel auf andere Verhältnisse stossen, müsste also begründet werden.

Wenn man Bohrversuche auf Salz in der Ebene anstellen will, stellt man sich wahrscheinlich vor, entweder der Muschelkalk der Salinen Schweizerhalle-Wyhlen setze nach Westen zu unmittelbar unter dem Tertiär fort, oder derselbe finde sich, wenn durch eine Spalte abgebrochen, wieder in ungefähr horizontaler Lage unter dem Tertiär.

Um die Begründung dieser Annahmen zu prüfen,

---

[1] *a)* Zündel et Mieg. Notice sur quelques sondages aux environs de Mulhouse. Bull. de la soc. industr. vol. 47, p. 635.

b) Mieg. Note sur un sondage exécuté à Dornach. Bull. de la soc. géol. de France, ser. 3, vol. 16, p. 256.

[2] Sandberger. Geolog. Beschr. der Gegend von Baden, S. 11.

[3] Daubrée. Descr. géol. et minér. du dép. du Bas-Rhin, p. 337.

[4] Andreae. Elsäss. Tertiär, S. 100.

müssen wir das Verhalten der ältern und jüngern Bildungen gegen einander am Rande der Ebene untersuchen.

Südlich und südwestlich von Basel, von Aesch bis Pfirt, auf eine Länge von 20 Kilometer, wird die Rheinebene von oberjurassischen Schichten begrenzt.[1]) Die gleiche Formation bildet mit einer kleinen Unterbrechung den östlichen Rand der Ebene von Angenstein bis Mönchenstein. In grösserer Entfernung von Basel, bei Istein und Efringen, taucht der obere Jura aus dem Tertiär wieder hervor. Diese Daten scheinen anzudeuten, dass die Juraformation in voroligocäner Zeit als Tafel gesunken sei; sie erlauben ebenfalls zu behaupten, dass man bei einem Bohrversuch westlich einer von Mönchenstein bis Efringen gezogenen Linie eher oberjurassische Schichten als Grundlage der Tertiärformation antreffen würde, als irgend ein anderes Gebilde.

Nördlich von Mönchenstein, der Birs entlang, scheinen die Verhältnisse günstiger zu sein, weil der Ober-Jura nicht mehr zum Vorschein kommt. Die Mönchensteinerbrücke ist auf einem kleinen Riffe von Hauptrogenstein gebaut, dessen Schichten dem östlichen Rande der Ebene nicht parallel laufen; sie fallen 64° W.S.W. ein. Wenn wir diesen Aufschluss als Ausgangspunkt und Grundlage für ein muthmassliches Profil nehmen wollten, so würde dasselbe ausserhalb des stadtbaslerischen Gebietes durchstreichen. Erst in der Neuen Welt finden wir günstige Aufschlüsse um die muthmasslichen Verhältnisse im südlichen Theile des städtischen Gebietes zu ermitteln. Die Birs hat dort ihr Bett im Keuper gegraben, welcher im Mittel mit 25° westlich einfällt.

---

[1]) Siehe die geolog. Karten von Prof. Albr. Müller.

Man könnte erwarten, der östliche Hügel bestehe aus Muschelkalk; das ist jedoch nicht der Fall: man trifft da Lias an. Es ist eine Verwerfung vorhanden und der Muschelkalk ist hier nur in der Tiefe, vielleicht 100 m. direct unter dem anstehenden Keuper zu finden. Er wird wohl gleich einfallen wie dieser. Wenn die ziemlich geringe Neigung der Schichten bis zum stadtbaslerischen Gebiete in 1300 m. Entfernung anhält, so würde da der Muschelkalk 600 m. tiefer liegen, als bei der Neuen Welt, wozu wir noch 40 — 70 m. hinzufügen müssen, weil dort die Meereshöhe um eben so viel grösser ist als an der Birs. Demnach würde ein Bohrversuch in dieser Gegend den Muschelkalk erst bei 740 m. Tiefe erreichen. Wir haben keinen Grund anzunehmen, das Fallen des Muschelkalkes sei geringer als 25 Grad; wir dürfen vielmehr vermuthen, das Gefälle sei noch grösser, weil wir in diesem Theil des Stadtgebietes, zwischen Mönchenstein und Efringen das Vorhandensein aller jurassischen Formationen voraussetzen dürfen.

Von der Neuen Welt aus erstreckt sich die Ebene weiter nach Osten, es tritt Quaternär-Kies überall zu Tage. Nur bei dem St. Jakobs-Schänzli kommt ein Riff von Hauptrogenstein vor; durch den Betrieb eines Steinbruches ist ein kesselartiges Becken entstanden, welches auf der Karte verzeichnet ist. Die Schichten fallen steil, ungefähr 80° westlich ein. Demnach hat sich der Muschelkalk von Schweizerhalle schon vor der Birs in die Tiefe gesenkt; westlicher, gegen Basel hin, kann man also unter dem Tertiär nichts anderes als das Vorkommen des obern Doggers und des Malms vermuthen.

Südöstlich vom badischen Dorf Hörnli, beim Austritt aus dem Trias-Gebiet des Tafellandes zwischen

Jura und Schwarzwald, finden sich am Rheinufer Aufschlüsse, die man nur nach lang anhaltendem trockenem Wetter begehen kann, wenn die Höhe des Stromes weniger als 0,^{m}60 am Basler Pegel beträgt. Bis jetzt sind diese Stellen ohne Beachtung geblieben (vgl. Taf. 4, Fig. 3). Muschelkalk, Keuper und Lias folgen aufeinander in verticaler oder überkippter Stellung und dann, nach einer Unterbrechung von 18 m. kommt Tertiär, und zwar zuerst blaue Mergel, die man nur im Wasser sehen kann, sodass die Lagerung nicht direct ermittelt werden konnte. Darauf folgt, mit vielen Unterbrechungen, Sandstein immer in verticaler oder überkippter Stellung, concordant den secundären Bildungen. Am linken Ufer nehmen diese aufgerichteten Bänke einen Raum ein, der eine Mächtigkeit derselben von mehr als 150 m. voraussetzt. Wie dieselben in ihrer Fortsetzung sich flacher legen, sieht man dort nicht. Am rechten Ufer sind die entsprechenden Schichten des Tertiärs auf einer viel kürzeren Strecke aufgeschlossen. Erst in einer Entfernung von 210 m. von den zuletzt anstehenden Schichten trifft man wieder beim Hörnli (bei einer Salmenfischerei) Sandstein, der noch ziemlich stark einfällt, aber in einer etwas veränderten Richtung. Nach einer neuen Unterbrechung von beinahe 100 m. kommt Süsswasserkalkstein zum Vorschein, dessen Lagerung ungefähr die gleiche ist. Westlich vom Hörnli endlich zeigen sich Mergel und Süsswasserkalk, die schwach und nach verschiedenen Richtungen fallen. Die Mächtigkeit der wenig geneigten Schichten kann nicht genau geschätzt werden, weil man nicht weiss, wo dieselben ihren Anfang nehmen; sie mag wohl 100 m. betragen, was die Gesammtmächtigkeit der Tertiärformation am Rande des eigentlichen Rheinthales auf 250 m. bringt.

Südlich vom Wenkenhof am Abhang des Ausserberges sind Aufschlüsse, die auf Taf. 4, Fig. 2, verzeichnet sind. Der obere Dolomit des Muschelkalkes fällt da zwischen 60° und 70°. Der Keuper ist nur in einem Hohlweg aufgeschlossen, aber die überkippte Lagerung ist deutlich zu beobachten. Der Dogger besteht aus Unterrogenstein, wovon man nur Trümmer im Weinberge sieht, und aus Hauptrogenstein, der in einem kleinen Steinbruche gut aufgeschlossen, aber so zerklüftet ist, dass ich glaubte, die Lagerung könne nicht sicher bestimmt werden. Herr Professor Steinmann hat mir gezeigt, dass der Verlauf von Lumachell-Zonen ein steiles, östliches Fallen sicher andeutet. Dieses Profil zeigt uns, dass die Verhältnisse am Rhein sich gegen Norden fortsetzen und dass die Trias- und Juraschichten nicht abgebrochen, sondern umgebogen sind.

Aus dieser Reihe von Beobachtungen an der Grenze der Ebene gegen das Gebirge kann man über die Verhältnisse in der Tiefe derselben begründete Annahmen aufstellen.

Die erwähnte Lücke von 18 m. zwischen den Tertiärschichten und dem obern Lias, am linken Ufer des Rheines, kann ausgefüllt sein durch Tertiär selbst, durch Dogger oder durch Lias. Ohne Gefahr zu laufen sich eines namhaften Irrthums schuldig zu machen, darf man annehmen, die Tertiärformation ruhe hier auf Lias. Aus den bisherigen Erörterungen lässt sich mit Sicherheit schliessen, dass in der Ebene von Basel das Tertiär allen Stufen des Jura, vom Lias aufwärts, aber nicht direct der Trias aufliegen kann.

Wenn diese Auseinandersetzungen einen zu Bohrversuchen geneigten Unternehmer veranlassen würden, die Hoffnung aufzugeben, das triasische Steinsalz in

einer nicht zu grossen Tiefe in der Ebene zu erschliessen, so möchte er vielleicht fragen, ob es nicht möglich wäre, dass sein Bohrloch in der Tertiärformation selbst auf Steinsalz stossen könnte. Diese Möglichkeit kann nicht absolut verneint werden, aber die Aussicht auf Erfolg ist überaus klein. Süsswasser- und brackische Schichten spielen nämlich eine grosse Rolle im Tertiär unserer Gegend. Im ganzen Becken zwischen den Vogesen, dem Jura und dem Schwarzwald, wo verhältnissmässig viele Bohrversuche stattgefunden haben, ist Steinsalz nur bei Mülhausen in schwachen Schnüren zugleich mit Gyps angetroffen worden.[1]) Bei Sulz im Unter-Elsass wurde früher eine schwache Soole benützt, die wahrscheinlich dem Tertiär entstammt.[2]) Auf so schwache Andeutungen kann man keine Hoffnung gründen. Ein Bohrversuch auf Petroleum hätte schon mehr Berechtigung, weil ein ausgedehntes Asphalt- und Petrolgebiet sich im Unter-Elsass findet, und bei Altkirch auch Spuren von bituminösen Substanzen vorkommen.

Das Plateau von Bettingen.

Mit diesem Namen kann man hier den kleinen Theil des Dinkelberges bezeichnen, welcher zum Kanton Basel-Stadt gehört. Aus einer einlässlichen geologischen Aufnahme, ergibt es sich, dass eine fast ununterbrochene Decke von Hauptmuschelkalk, welche stellenweise Keuper trägt, den Hauptantheil an dem geologischen Aufbau hat. Wie Fig. 3 auf Taf. 4 zeigt,

---

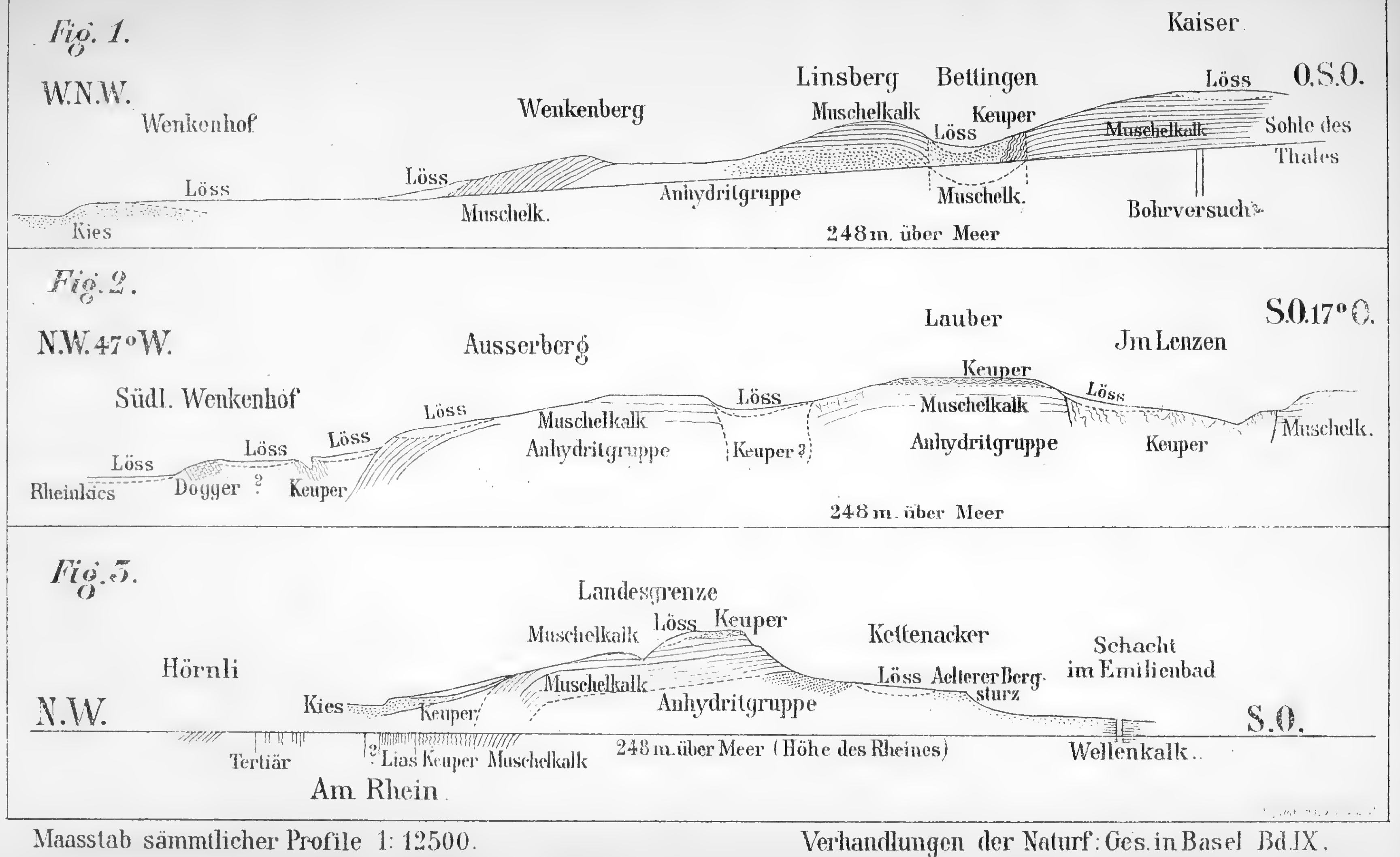
[1]) Zündel et Mieg. Bulletin de la soc. industr. de Mulhouse, vol. 47, pag. 635. — Mieg. Bulletin de la soc. géol. de France, sér. 3, vol. 16, p. 256.

[2]) Daubrée. Descr. géol. et minér. du département du Bas-Rhin, p. 208.

sinken am westlichen Rande die Schichten stark ein. Nördlich vom Wenkenberg, ebenso unterhalb Inzlingen ist die Fortsetzung dieser Tafelabbiegung fast ganz erodirt. Die Anhydritgruppe erscheint unter dem Hauptmuschelkalk an dem östlichen Abhang der Tafel. Südlich hat der Rhein ziemlich steile Abstürze geschaffen, wodurch er den Hauptmuschelkalk und die Anhydritgruppe bloslegt.

Im Innern des Plateau's bemerkt man zwei kurze Thäler, welche man Längsthäler nennen könnte, weil sie dem westlichen Rande der Tafel parallel laufen. Sie sind nicht etwa durch muldenförmige Biegung des Hauptmuschelkalkes entstanden, sondern durch merkwürdige Senkungen mit Bruch und Schleppung der Schichten. Beide sind somit Grabenversenkungen. Das eine, das Thal von Grenzach, beginnt an der deutsch-schweizerischen Grenze, wo der Keuper oder die Lettenkohle regelmässig auf dem Hauptmuschelkalk liegt. Die östlich und westlich den Thalrändern annähernd parallel Nord-Süd laufenden Verwerfungslinien sind ungefähr 500 m. von einander entfernt. Im obern Theile, im Lenzen, ist die Sprunghöhe der Verwerfung beiderseits eine geringe, indem der gesunkene Keuper in gleicher Höhe mit den obern Horizonten des stehengebliebenen Muschelkalkes liegt. (Vgl. Taf. 4, Fig. 2.) Nach dem Ausgange des Thales zu wird der Betrag der Verwerfung bedeutender. Der Keuper findet sich hier im Niveau des Wellenkalkes, welch' letzterer durch den Schacht des Emilienbades, westlich von Grenzach, aufgeschlossen wurde. (Vergl. Fig. 3, Taf. 4.)

Die Structur des Längethales von Bettingen ist nicht so sicher zu ermitteln, weil die Lössdecke fast ununterbrochen ist. Nördlich vom Dorfe sind die bunten Keuper-Mergel in einer solchen Lage aufgeschlossen



Maasstab sämmtlicher Profile 1: 12500.

(Fig. 1), dass man annehmen muss, sie seien vom Hauptmuschelkalk durch eine Verwerfung getrennt. Südlich vom Dorfe konnte ich ein solches Vorkommen unter dem Löss gelegentlich constatiren, an einer Stelle, wo man eine Baumwurzel ausgegraben hatte. An beiden Orten ist aber der Abbruch des Hauptmuschelkalkes deutlich zu beobachten.

Bettingen liegt in der grössten Senkung dieses geotektonischen Thales und zugleich in einem Erosionsthal, welches das erstere kreuzt.

Für die Aufsuchung von Steinsalz erwies sich gleich der grösste Theil des Plateau's als sehr ungünstig, weil man nicht voraussetzen durfte, dass eine allfällige Ablagerung gegen Auswaschungen geschützt worden sei. Nur zwei Orte schienen mir für Bohrversuche geeignet. Im Jahre 1888 wurde durch Vermittlung eines Freundes eine von mir verfasste „Untersuchung über die Möglichkeit auf stadtbaslerischem Gebiete Steinsalz zu erbohren" dem Finanzdepartement des Kantons und von diesem der Regierung vorgelegt. Diese Eingabe enthielt Ausführungen und Zeichnungen, die hier nicht wiedergegeben werden, weil sie blos dazu dienten die Sache auch für Nicht-Geologen verständlich zu machen. Ich will das wiederholen, was auf die Stelle, wo gebohrt wurde, Bezug hat:

„Oberhalb Bettingen schneidet das Thal in den im grossen Ganzen horizontal scheinenden Muschelkalk ein; in den Steinbrüchen bemerkt man nur sanfte, wellenförmige Biegungen. Es ist sicher, dass ein in der Thalsohle angesetztes Bohrloch, gleich unter den Trümmern der Oberfläche, oder etwas tiefer, die Anhydritgruppe antreffen wird. Nach den Angaben über die Bohrungen in der Rheinebene hat man das Steinsalz in einer Tiefe erreicht, die zwischen 40 und 80 m. unter dem Muschelkalk schwankt. Man darf also annehmen, ein Bohrloch

von 100 m. werde darüber Gewissheit verschaffen, ob hier Steinsalz vorhanden ist oder nicht. Wenn die Anhydritgruppe wenig mächtig ist, so wird diese Gewissheit vor 100 m. erlangt werden: man wird nämlich auf Wellenkalk stossen; das ist eine petrefactenreiche Stufe, die ziemlich leicht zu erkennen sein würde, wenn die Art der Bohrung es erlaubt, Stücke davon zu bekommen.

Wir müssen aber jetzt zwei Fragen prüfen: Ist da Steinsalz abgelagert worden, und in bejahendem Falle, ist dasselbe immer vor Auswaschung geschützt gewesen?

Eine bestimmte Antwort auf die erste Frage kann man nicht geben. Ein Bohrversuch wird sicher diejenigen Schichten durchsetzen, die am Rheine Salz enthalten; es ist zwar unwahrscheinlich, dass das Steinsalzlager Wyhlen-Schweizerhalle sich bis dorthin erstreckt; aber eine andere Ablagerung kann daneben stattgefunden haben; die Salinen von Schweizerhalle und Rheinfelden gehören ja zwei verschiedenen Becken an;[1]) ein drittes kann bei Bettingen vorhanden sein. Wenn man eine Berechnung der Wahrscheinlichkeit des Gelingens dieses Bohrversuchs nach all' den geglückten und den missglückten Bohrungen im Muschelkalk in unserer Nähe anstellen wollte, so würde diese Wahrscheinlichkeit eine kleine sein. Sie würde eine grosse werden, wenn man alle Unternehmungen ausschliessen würde, denen man zum voraus ein schlechtes Prognostikon hätte stellen können, weil sie in sehr gestörtem Gebirge stattfanden. Es muss aber anderseits zugegeben werden, dass nach dieser Ausschliessung die Anzahl der Bohrlöcher so klein wird, dass man keine Wahrscheinlichkeitsberechnung

---

[1]) 1867. Güntert. Eröffnungsrede bei der Jahresversamml. der schweiz. naturf. Ges. in Rheinfelden. Verh. der Ges. S. 8.

darauf gründen kann. Wir dürfen also nur von einer Möglichkeit des Vorkommens eines Steinsalzlagers in Bettingen reden.

Was die zweite Frage betrifft, so kann man als ziemlich sicher annehmen, ein allfälliges Steinsalzlager sei nicht den Auswaschungen ausgesetzt gewesen. Im jetzigen Zustand der Gegend ist es nicht wahrscheinlich, dass Wasser durch thonige Schichten in die Tiefe dringen und unterhalb Bettingen einen Abfluss finden könne. In der Kreidezeit ist der Schutz ein noch grösserer gewesen, als er es jetzt ist: die Gegend war nämlich nicht nur mit Muschelkalk und Keuper bedeckt, sondern auch mit wenigstens einem bedeutenden Theile der Juraformation, was Ueberreste derselben beweisen. Hauptrogenstein ist schon lang in St. Chrischona bekannt. In beiliegender Karte sind zwei neue Vorkommen dieser Formation aufgezeichnet, nämlich in den Reben beim Wenkenhof und am Niederberg, nordwestlich von Grenzach. Das Gestein dieser Aufschlüsse ist mit demjenigen des Hauptrogensteins im Jura identisch; seiner Natur nach muss es in einem offenen Meer abgelagert worden sein, und die drei erwähnten Vorkommen sind nur übrig gebliebene Fetzen einer früher continuirlichen Decke, die in der Kreidezeit wohl noch vorhanden war.

Aus diesen Auseinandersetzungen folgt, dass man mit etwelcher Aussicht auf Erfolg einen Bohrversuch oberhalb Bettingen wagen darf.

Ich finde im stadtbaslerischen Gebiete keinen Ort, der für eine solche Unternehmung günstigere Verhältnisse bieten würde."

Diese Eingabe und eine begleitende kleine geologische Karte wurden von einer Kommission in Basel und von den Herren Professoren O. Fraas in Stuttgart und G. Steinmann in Freiburg i. B. geprüft. Der letztere

Fachmann beging mit mir das Ufer des Rheines und das Plateau von Bettingen. Nachdem beide Experten sich völlig zustimmend geäussert hatten, beschloss der Regierungsrath die Bohrung vornehmen zu lassen.

Die Arbeit begann am 1. Februar 1889 mit dem Bau der Hütte und gleichzeitigem Treiben eines Schachtes. In 16^{m}70 Tiefe konnte man das Wasser, das in der Grundlage des Hauptmuschelkalkes erwartet wurde, durch Schöpfen mit dem Kübel nicht mehr bemeistern. Sechs Tage später war der Wasserstand nur wenig höher. Da die Dampfmaschine aufgestellt war, probirte man den Schacht durch Pumpen zu leeren. In mehreren Stunden konnte man das Wasser kaum merklich vermindern und man musste darauf verzichten es auszupumpen.

Am 15. März wurde mit dem Meisselbohrer das eigentliche Bohren angefangen und mit grosser Schnelligkeit gefördert. Weil die andern Bohrwerkzeuge sehr langsam ausgebessert wurden, wurde erst in 30^{m}33 Tiefe mit dem Zapfenbohrer die Arbeit fortgesetzt und damit die völlige Gewissheit erlangt, man befinde sich in der Anhydritgruppe. Oft musste man das Abteufen ausstellen um Verröhrung vorzunehmen; der Zähigkeit des Thones und des Mergels wegen war es fast immer unmöglich schon eingesetzte Röhren weiter hinunter zu treiben, man musste mit der Verwendung von kleineren Vorlieb nehmen. Bei dem Aufhören der Arbeit konnte man kein Rohr herausziehen, ein Umstand, der die Kosten namhaft vermehrt hat. In 70 m. Tiefe schien das Gestein Wellenkalk zu sein; da die weitere Bohrung diese Annahme bestätigte, wurde die Arbeit definitiv eingestellt, ohne dass man im Wasser namhafte Spuren von Steinsalz gefunden hätte. Das genaue Profil des Bohrloches lautet:

Profil des Bohrloches bei Bettingen.

	Mächtigkeit in Metern.		Tiefe in Metern von 0 bis	
1)	1,34	Dammerde mit Muschelkalktrümmern	1,34	Jüngere Bildungen 2,37^{m}
2)	1,03	Löss mit kleinen Kalkbrocken vermischt	2,37	
3)	3,53	Muschelkalk in Trümmern	5,90	Muschelkalk 15,83^{m} beziehungsweise 21,58^{m}
4)	1,85	Anfang des untern Encrinitenkalkes. Schichtung nicht erkennbar . . .	7,75	
5)	2,50	Encrinitenkalk geschichtet	10,25	
6)	7,95	Fortsetzung des untern Theiles des Muschelkalkes. Schichtung meist verwischt	18,20	
7)	5,75	Muthmasslicher Anfang des weissen Mergels der Anhydritgruppe . . .	23,95	
8)	6,83	Das Durchbohren des weissen Mergels wird durch Brocken und am Ende durch einen erweichten Klumpen immer sicherer	30,78	Anhydritgruppe 51,80^{m} beziehungsweise 46,05^{m}
9)	4,27	Verschiedenfarbiger Thon und Mergel mit zwei dünnen Schichten von Gyps und unten Dolomit	35,05	
10)	3,42	Dolomit oder dolom. Kalkstein u. Mergel	38,47	
11)	6,53	Bald grünlicher Thon vorherrschend, bald dolomitischer Kalkstein mit Kieselparthien	45	
12)	3,60	Schwärzlicher u. grauer Mergel mit Einlagerungen v. Gyps u. Gypscrystallen	48,60	
13)	0,65	Weisser Gyps	49,25	
14)	3,10	Mergel verschieden gefärbt, oben mit Einlagerung von Gyps	52,35	
15)	1,85	Mergel mit Gypscrystallen und einer Einlagerung von Gyps	54,20	
16)	1,50	Grünlicher Mergel, weisser und hellgelber Dolomit mit Kiesel . . .	55,70	
17)	2,60	Verschiedenfarbiger Mergel mit Einlagerungen von Gyps	58,30	
18)	2,10	Mergel mit Einlagerungen von blauem Thon und Gyps (0,30^{m})	60,40	
19)	1,60	Dolomitischer Mergel und Dolomit .	62	
20)	5,40	Schwärzlicher grauer schiefriger Kalk und Mergel	67,40	
21)	2,60	Oben blauer und gelber Mergel, nachher dolom. Mergel wie № 19 . .	70	
22)	5,40	Bläulichgrauer mehr od. weniger schiefriger Kalk und Mergel	75,40	Wellenkalk 5,40^{m} + ?

Die Oberfläche des in der Grundlage des Hauptmuschelkalkes erwarteten und gefundenen Grundwassers blieb ziemlich constant in 15 m. Tiefe. Es scheint ein gutes Trinkwasser zu sein und könnte vielleicht bei Bedarf durch eine Syphonvorrichtung benützt werden.

In der Umgebung Bettingens sind noch einige Localitäten, wo Steinsalz vorhanden sein könnte, aber die gewonnene Erfahrung vermindert so sehr die Wahrscheinlichkeit dieses Vorkommens und im Falle des Gelingens einer Bohrung wäre das Ausbeutungsfeld vermuthlich so klein, dass ein neuer Versuch nicht mehr empfohlen werden kann.

Zur ersten Entstehung der Nervenzellen und Nervenfasern bei dem Vogelembryo.

Von

Mich. v. Lenhossék.

Unter obigem Titel hielt ich den 6. August 1890 in der anatomischen Section des Berliner internat. mediz. Congresses einen durch Abbildungen erläuterten Vortrag. Da die Veröffentlichung der Congressverhandlungen unerwartete Verzögerung erfährt, andererseits aber derselbe Gegenstand den Vorwurf einer unlängst erschienenen verdienstvollen Arbeit von Ramón y Cayal[1]) bildet, deren Ergebnisse mit meinen Befunden z. Th. in erfreulicher Uebereinstimmung stehen, so halte ich es für angezeigt, den wesentlichen Inhalt meines Aufsatzes nebst genauer Reproduction der damals vorgelegten Zeichnungen unverändert zu veröffentlichen. Die Fussnoten sind neu hinzugefügt worden.

---

[1]) S. Ramón y Cayal. A quelle époque apparaissent les expansions des cellules nerveuses de la moëlle épinière du poulet. Anat. Anzeiger. Jahrg. V. 1890, pag. 609 u. 631.

Die Untersuchung wurde mit Hülfe der von Ramón y Cayal modificirten raschen Golgi'schen Methode an sehr jungen Hühner- und Entenembryonen angestellt. „Schon am 3.—4. Tage der Bebrütung gelingt die Golgi'sche Reaction, allerdings nicht so leicht wie später, und es sind hauptsächlich diese Stadien — bis zum 6. Tage — die berücksichtigt wurden."

„Den Ausgangspunkt der histologischen Differenzirung bildet jenes bekannte Stadium, wo sich das eben zur Abschnürung gelangte Medullarrohr an gewöhnlichen Karmin- oder Haematoxylinpräparaten unter dem Bilde eines mehrschichtigen Epithels darstellt. Thatsächlich aber liegt ein einfaches Epithel vor, indem die centralen und peripheren Theile sämmtlicher Zellen unter sehr starker Verdünnung bis zu dem Centralkanal resp. der Oberfläche des Markes heranreichen, um hier wie dort mit kleinen Verdickungen zu endigen. Es steht ausser allem Zweifel, dass diese Elemente mit den späteren Nervenzellen nichts zu thun haben; sie stellen vielmehr die ersten Stützzellen dar. In dem Maasse als das Rückenmark an Breite zunimmt, verlängern sich auch diese Zellen mehr und mehr nach der Peripherie hin. Berücksichtigen wir ein Stadium, wo sich der von ihren kernhaltigen Abschnitten gebildeten Kernzone („Innenplatte" His) eine Lage grauer Substanz („Mantelschicht" His) aufschichtet, so sorgen diese Stützzellen dafür, dass die sich aus der Kernzone ablösenden Neuroblasten nicht aus dem Verbande des Rückenmarkes heraustreten, indem sie Hand in Hand mit deren Ablösung ihre peripheren Theile nach aussen hin vorschieben und so die Grenzen des Rückenmarkes allmählig erweitern. Dann stehen wir einem System langer, vom Centralkanal ausstrahlender „Radiärfasern" gegenüber, einem primitiven Stützsysteme, wie es nach

Rhode's[1]) und Nansen's[2]) Untersuchungen im Rückenmarke des Amphioxus als zeitlebens bestehend uns entgegentritt und die gesammte, definitive Neuroglia dieses Thieres darstellt.[3]) Das Aussehen dieser Fasern, die sich beim Hühnchen schon am 3. Tage imprägniren lassen, ist ein sehr charakteristisches und ermöglicht bei einiger Uebung leicht eine Unterscheidung von den Ausläufern der Nervenzellen. Sie erscheinen gewöhnlich etwas dicker und steifer als letztere und sind von Anfang an mit zahlreichen ganz minimalen, unter rechtem Winkel abgehenden Fädchen und Unregelmässigkeiten besetzt, die in einer späteren Phase grössere Entfaltung gewinnen, indess nur an deren innerem, der grauen Substanz angehörendem Abschnitt vorhanden sind. Theilungen treten früh auf, und zwar erfolgen sie aussen, im Bereich der weissen Belegschicht, oder nahe zu derselben, erscheinen zuerst in Form einfacher dichotomischer Spaltungen, um sich allmählig complicirter zu gestalten. Die centralen Fortsätze sind stets ungetheilt. Ein von dem geschilderten abweichendes Verhalten zei-

---

[1]) Rhode, Histologische Untersuchungen über das Centralnervensystem des Amphioxus. Schneider's Zoologische Beiträge. Bd. II, 1888, p. 169.

[2]) Fridtjof Nansen, The Structure and Combination of the Histological Elements of the Central Nervous System. Bergens Museums Aarsberetning. Bergen 1887, p. 152.

[3]) Imprägnationen, die ich vor einiger Zeit am Rückenmarke vorgeschrittener Salamanderlarven ausgeführt habe, ergeben auch bei Amphibien ähnliche Verhältnisse, indem, wie dies zuerst von R. Burckhardt (Histologische Untersuchungen am Rückenmarke der Tritonen, Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. 34, 1889, p. 142) erkannt wurde, die gesammte Stützsubstanz hier von einer einfachen Schichte ausserordentlich verzweigter, mit ihrem kernhaltigen Körper stets am Centralkanal stehender Zellen gebildet wird.

gen anfangs die Zellen der Bodenplatte, deren peripherische Abschnitte am 3.—4. Tage nicht verdünnt, sondern im Gegentheile ansehnlich verbreitert erscheinen; am 5. Tage nehmen diese Verdickungen das Aussehen unregelmässiger, häufig durchlöcherter protoplasmatischer Massen an, schrumpfen aber mit der zunehmenden Breite der Bodenplatte allmählig zusammen, um sich vom 8. Tage an dem Typus der übrigen Radiärfasern anzuschliessen.

Eine Complication dieses einfachen Stützsystems leitet sich am 6. Tage durch das Auftreten der Deiters'schen Zellen ein, die zunächst — dem bei Cyclostomen zeitlebens bestehenden Verhalten entsprechend — in der Umgebung des Centralkanales auftauchen und nichts anderes als herausgerückte, ihres centralen Ausläufers verlustig gewordene, mit ihren peripheren Theilen hingegen bis zur Oberfläche des Markes vordringende Radiärzellen darstellen (Ramón y Cayal, Kölliker). Am 12. Tage findet man bereits zahlreiche freie Neurogliazellen, doch erscheinen sie nun schon zum grossen Theile von etwas abweichender, charakteristischer Form und erreichen mit ihrem äusseren Ausläufer nicht mehr immer die Peripherie. Diese später entstandene Sorte von Neurogliazellen geht wohl nicht mehr aus einer Umwandlung und Herausrückung der primitiven Radiärzellen, sondern direct aus den Mitosen der Keimschichte hervor.

Die Entstehung der Nervenzellen gehört einer sehr frühen Periode an und lässt sich vermittelst der Golgi'schen Methode in allen ihren Phasen mit grosser Genauigkeit verfolgen.

Ich möchte meiner Darstellung den wichtigen, zuerst von His nachgewiesenen Satz vorausschicken, dass die Nervenzellen des Medullarrohres nicht aus Umge-

staltung bereits angelegter Elemente (Radiärzellen), sondern direct aus den Mitosen der Keimschichte hervorgehen und zu dem primitiven Stützsysteme als etwas Neues hinzutreten.

Am schönsten lässt sich die Art und Weise ihrer Bildung an den motorischen Neuroblasten der Vorderhörner (am 4.—5. Tag) beobachten. Als erstes Stadium bemerkt man (Fig. 1) an gelungenen Golgi'schen Präparaten in der Nähe des Centralkanales mitten in der dicht gefügten Kernzone eine schwarz imprägnirte, mit hellerem Kernfleck versehene Zelle, die die übrigen hier gelegenen an Grösse übertrifft, von länglicher Birnform ist, und deren auf der gelblichen Grundlage scharf hervortretender peripherer Fortsatz die Grenzen des Medullarrohres überschreitet und in der Bahn der Vorderwurzeln schon jetzt weit in den embryonalen Körper hinein zu verfolgen ist. Der Fortsatz erscheint an seinem Ursprunge dicker, wird dann allmählig zarter und ist von glatter Beschaffenheit und mässig welligem Verlauf.

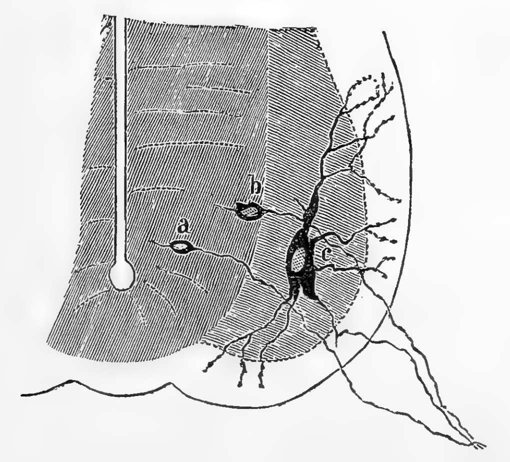


Fig. 1. Aus dem Rückenmarke eines 5tägigen Hühnerembryo. *a* — *c*. Bildung der motorischen Nervenzellen der Vorderhörner.

Auf einem zweiten Stadium sehen wir den Neuroblasten auf der Wanderung begriffen nach aussen; es ist, als ob der sich mächtig entfaltende Ausläufer einen Zug auf seine Zelle ausübte. Diese Herauswanderung erfolgt nicht einzeln; zahlreiche Neuroblasten verlassen gleichzeitig die Keimschichte. An gewöhnlichen Karminserien treten mitunter die Kerne dieser Zellen durch ihre lebhafte Färbung deutlich hervor und man findet an solchen Präparaten den ventralen Abschnitt der Kernzone wie infiltrirt mit lebhaft tingirten, zerstreut liegenden Kernen.

Das Medullarrohr erscheint schon sehr früh von einer feinen Haut: Membrana prima (Hensen) oder M. limitans externa (His) umgeben. Sie entsteht aus der mosaikartigen Vereinigung der Endplatten der Radiärzellen und gewährt daher der aus dem Marke hervorwachsenden Nervenfaser durch Auseinanderweichung zweier Zellen leicht Durchlass.

Der wichtigste Moment für die innere Umgestaltung des Markes ist unstreitig derjenige, wo der Neuroblast aus der geschlossenen Gruppe der Kernzone frei hervortritt. Noch an deren Grenze finden wir ihn unipolar, blos mit dem Nervenfortsatz ausgerüstet, sobald er sich indess aus der Zone vollständig ablöst und nun Raum zu freier Bewegung gewinnt, streckt er sogleich seine protoplasmatischen Ausläufer aus: der Neuroblast wird zur Nervenzelle.

Die Entstehung dieser Fortsätze gehört einer viel früheren Phase an, als man es bisher angenommen hat; die Dünne der gewöhnlichen Mikrotomschnitte, die Unfähigkeit der gangbaren Färbungen, derartige zarte Ausbreitungen zur Anschauung zu bringen, verhinderten bis dahin einen Einblick in diese Verhältnisse.

Die Golgi'sche Reaction enthüllt schon am 3.—4.

Tage der Bebrütung eine Anzahl solcher Ausläufer, allerdings noch bei Weitem nicht in der Complication einer spätern Periode. Betrachten wir dieselben etwas genauer, so gewahren wir zunächst, dass sie hauptsächlich nach zwei Richtungen hin die Zelle verlassen: nach der ventralen Seite hin, etwas gegen die Bodenplatte geneigt und mehr dorsalwärts nach der Gegend des späteren Seitenstranges hin. Durch das Vorherrschen dieser beiden Richtungen sehen wir sehr oft die Gestalt der Zelle in entsprechendem Sinne beeinflusst, sie erscheint nun länglich, mit der Axe beinahe sagittal gestellt, mit dem ventralen Ende etwas gegen die Bodenplatte hin gewendet. Immerhin ist hinzuzufügen, dass man mitunter schon in den ersten Stadien Nervenzellen von mehr rundlicher Beschaffenheit begegnet, die sich also mehr an die definitive Form dieser Elemente anschliessen; denn offenbar stellt die Spindelform blos ein Uebergangsstadium dar und wird sich ändern, sobald die weitere Ausbildung des Rückenmarkes den Dendritenfortsätzen Raum zu mehr gleichmässiger Ausbreitung gewährt.

Das Aussehen der verzweigten Ausläufer ist von Anfang an ein sehr charakteristisches. Am 3.—4. Tage sind ihre Theilungen noch sehr einfach, allein schon am 5. Tage gelingt es, Zellen mit schönen, reiserförmigen Verästelungen zur Anschauung zu bringen. Diese Verästelungen ragen zumeist in die weisse Belegschicht hinein und wir sehen sie häufig bis an die Peripherie herantreten. Die embryonale weisse Substanz besitzt in den frühesten Stadien an diesen Ausbreitungen ihren wesentlichsten Bestandtheil.[1]) Soweit ihre zarten Endästchen in der grauen

[1]) Bei Salamanderlarven gehören die Protoplasmafortsätze mitsammt ihrer ausserordentlich reichen Verästelung ausschliesslich dem Gebiet der weissen Substanz an.

Substanz liegen, sind sie von gleichmässiger, glatter Beschaffenheit, innerhalb der weissen Substanz hingegen erscheinen sie mit rundlichen Knötchen besetzt, die ihnen wie Beeren aufsitzen und endigen auch mit einer verhältnissmässig starken terminalen Verdickung. — Der Nervenfortsatz entspringt entweder direct — mit oder ohne Ansatzkegel — vom Zellkörper selbst, oder von einem dickeren Aste, der sich in einiger Entfernung von seinem Ausgangspunkte in einen protoplasmatischen und den Nervenfortsatz theilt.

Mit der beginnenden Herauslösung der Neuroblasten ist auch die Gliederung des embryonalen Markes in seine bekannten Schichten eingeleitet. Indem sich auf der Oberfläche der Kernzone in der Gegend der vorderen Wurzeln mehr und mehr Zellen ansammeln, kommt es bald zur Bildung eines rundlichen, sich gegen die austretende Wurzel etwas zuspitzenden Zellenhaufens, der ersten Anlage des Vorderhorns („primitives Vorderhorn"), aus der die feinen motorischen Axencylinder unter pinselförmiger Convergenz entspringen. Sehr bald erscheint auch die Zellgruppe auf der Oberfläche von einer dünnen Lage weisser Substanz überzogen, welch' letztere sich an Golgi'schen Präparaten sehr klar in ihre Bestandtheile: Radiärzellen, Längsfasern und Dendritenfortsätze zerlegt. Das feine, continuirliche Netzwerk, das uns an gewöhnlichen Tinctionspräparaten entgegentritt, ergibt sich hierbei als ein Trugbild.

Die motorischen Wurzeln beziehen beim Hühnchen ihre Fasern ausschliesslich aus den Vorderhornzellen derselben Seite.

Ueber die Entwickelung jener von mir schon am 4. Tage nachgewiesenen[1]) Vorderhornzellen, die ihren

---

[1]) Ueber Nervenfasern in den hinteren Wurzeln, welche aus dem Vorderhorn entspringen. Anat. Anz.

Fortsatz in die hinteren Wurzeln senden, stehen mir keine Erfahrungen zur Verfügung. In den von mir beobachteten Fällen fand sich die Zelle stets schon innerhalb der Vorderwurzelgruppe, vollständig abgelöst aus der Kernzone.

Hand in Hand mit der Anlage des primären Vorderhorns sehen wir ein System von Bogenfasern in die Erscheinung treten, durch welches die Kernzone von der Deckplatte bis zur Bodenplatte herunter halbkreisförmig eingefasst und gegen jene Zellgruppe hin sehr scharf abgegrenzt wird. Die Gruppe dieser Commissurenfasern — sie kreuzen sich alle in der Bodenplatte — ist bereits von Remak beobachtet, von Hensen als halbkreisförmiges Stratum, von His als Bogenschicht, formatio arcuata eingeführt worden. Sie erscheinen schon am Ende des 3. Tages und umsäumen anfangs in ganz oberflächlicher Lage das Medullarrohr. Die Neuroblasten, denen diese Elemente als Nervenfortsätze angehören, schliessen sich am 3.—5. Tage genau dem Rande der Kernzone an und sind über die ganze Tiefe des Medullarrohres von vorn nach hinten vertheilt.

Treten wir näher auf deren Entstehung ein (s. Fig. 2), so erkennen wir als erste Entwickelungsstufe ein ähnliches Bild, wie es vorhin für die motorischen Zellen

---

Jahrg. V, 1890, p. 360. — Die Geschichte der Auffindung dieser Fasern ist folgende: Ramón y Cayal entdeckte im vorigen Jahre, dass die hinteren Wurzeln des Hühnchens Fasern führen, die in das Rückenmark eingetreten weder einer Theilung unterliegen, noch in die Längsrichtung umbiegen nach Art der übrigen, sondern ungetheilt die Richtung der Vorderhörner einschlagen. Mir gelang der Nachweis, dass diese Fasern, die ich mit den „durchtretenden Fasern“ der Spinalganglien als identisch erkannte, Fortsätze motorischer Vorderhornzellen darstellen, eine Angabe, die zu meiner Freude unlängst auch von Ramón y Cayal bestätigt wurde.

geschildert wurde. Inmitten der Kernschichte, in der Nähe des Centralkanales, gewahren wir einen Neuroblasten von der für diese Gebilde charakteristischen Birnform, eingezwängt zwischen die übrigen Elemente, häufig mit einem kurzen centralen Ausläufer versehen. Der schwarz imprägnirte Nervenfortsatz geht quer aus der Zone heraus, setzt aber, an deren Grenze angelangt, diesen Verlauf nicht fort, sondern wendet sich plötzlich ventralwärts um, um in stetem Anschluss an die Kernzone bis zur Bodenplatte herunterzulaufen und selbe als Brücke für den Uebertritt auf die andere Seite zu benützen. Diese Lage des Neuroblasten ist natürlich keine definitive, gleich seinem motorischen Kollegen wandert er in der Folge aus der Kernzone heraus, wobei der innerhalb dieser Zone liegende Abschnitt des Ausläufers allmählig kürzer wird. Schon auf diesem Stadium zweigen sich ab und zu von dem freien Stück des Nervenfortsatzes einige protoplasmatische Ausläufer ab. — Erscheint die Zelle bis zur Peripherie der Kernzone herausgerückt, so sehen wir oft den Fortsatz unter rechtem Winkel von dem Zellkörper abgehen. Darauf erfolgt nun der Austritt.

Begegnet man auch diesen Commissurenneuroblasten wie erwähnt in allen Tiefen des Rückenmarks, so gehört doch die Mehrzahl derselben ihrer Entstehung nach den mittleren und dorsalen Abschnitten des Querschnittes an. Selbst die Deckplatte lässt in ihren seitlichen Theilen solche Neuroblasten aus sich hervorgehen und es gewährt ein überraschendes Bild, wenn eine ganz oben befindliche, noch in die Decke des Markes eingeschaltete Zelle unter rechtem Winkel eine Nervenfaser entsendet, die von einer räthselhaften Kraft geleitet, den langen Weg von der Deckplatte zur Bodenplatte herunter und

darüber hinweg nicht scheut, um sich an der Kreuzung zu betheiligen.

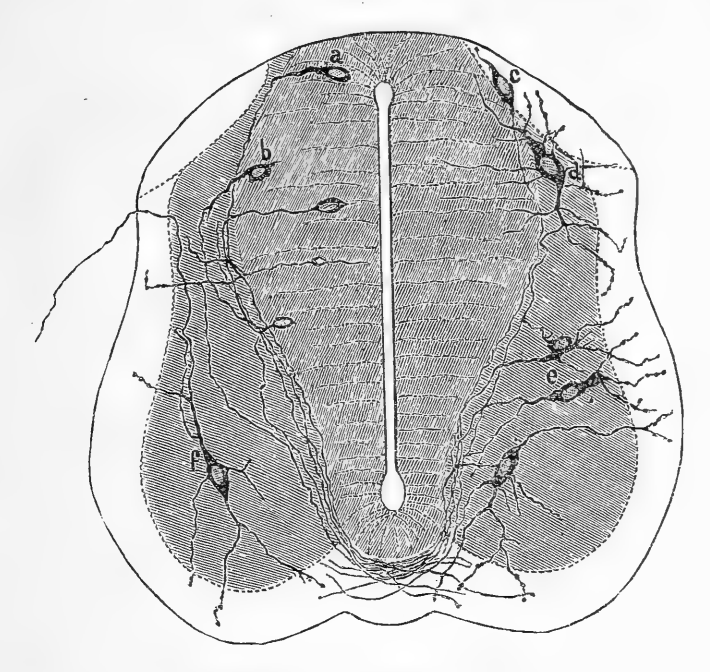


Fig. 2. Rückenmark eines Hühnchens vom 6. Tage der Bebrütung. *a* — *e*. Commissurenzellen, in der Bildung begriffen. *f* = Vorderhornzelle, die ihren Nervenfortsatz in die hintere Wurzel sendet.

Nach vollständiger Ablösung aus der Kernzone nimmt der Neuroblast zunächst eine ausgesprochene Spindelform an mit sagittaler Lage und directem Auslaufen in den Nervenfortsatz, dann wiederholt sich das bei den motorischen Neuroblasten geschilderte Phänomen: die Bildung verzweigter Ausläufer leitet sich ein, allerdings in weniger energischer Weise als dort. Betrachten wir diese Fortsätze, wie sie sich in der ersten Phase ihrer Entwickelung darstellen, so werden wir je nach den Localitäten ein verschiedenes Verhalten erkennen. An den spindelförmigen Neuroblasten der Deckplatte und ihrer nächsten Umgebung ist ein hinterer Ausläufer am con-

stantesten, sehr oft erreicht derselbe die Peripherie des Rückenmarkes, ein Verhalten, welches mitunter für die Zelle selbst zutrifft, die mit ihrem dorsalen, dem Nervenpol entgegengesetzten Ende bis zur Oberfläche heraufrücken kann. Die etwas weiter vorn, in der Gegend des Hinterwurzeleintrittes gelegenen Zellen weisen schon sehr früh ausser dem hinteren, oft sehr langen, eine Anzahl kurzer, seitlicher Dendritenfortsätze auf, die sich von dem Zellkörper gewöhnlich unter rechtem Winkel abzweigen; die medialen drängen sich zwischen die peripheren Lagen der Kernschichte hinein, die lateralen streben gegen die Oberfläche des Markes hin, wobei sie oft das Gebiet des „primären Hinterstranges“ (His) betreten, ja die ganze Zelle kann gelegentlich mitsammt ihren Verästelungen in den ovalen Umriss dieses Bündels hineingerathen.

Auch den weiter ventralwärts befindlichen Commissurenzellen kommt zumeist die charakteristische Spindelform zu, doch sind sie hier oft von mehr rundlicher Gestalt. Ihre zahlreichen Dendritenfortsätze ragen mit ihrem Endgeweih in Seiten- und Vorderstrang hinein, z. Th. senden sie ihre Verästelung zur vorderen Commissur. Auch hier begegnet man an den Dendritenästchen den vorhin beschriebenen Knötchen.

Anfangs schliessen sich, wie erwähnt, sämmtliche Commissurenzellen genau dem Contour der Kernzone an, indess schon auf früher Stufe unterliegt dieses Verhalten einer Aenderung, indem sie sich durch den Nachschub neuer analoger Zellgenerationen mehr und mehr nach aussen hin verlagern, wodurch sich allmählig eine Lage grauer Substanz (Seiten- und Hinterhornanlage) auf der Kernzone aufschichtet. Die ventralsten Commissurenzellen rücken ebenfalls heraus und vermischen sich nun mit der bereits früher angelegten Anhäufung

motorischer Zellen zu einer einheitlichen Gruppe, dem definitiven Vorderhorn (das primäre Vorderhorn begreift nur die ersteren).

Mit der Lageveränderung der Zellen muss natürlich auch eine Aenderung des Verlaufs ihrer Nervenfortsätze einhergehen. Allmählig lösen sich die zierlichen concentrischen Bogen der formatio arcuata auf, indem durch das Herausrücken der Zellen die Ausläufer vom Rande dieser Zone abgetrennt werden, was zunächst nicht ihrer ganzen Ausdehnung nach, sondern nur in ihren Anfangsstücken erfolgt, die dann mit den übrigen, den Anschluss noch behauptenden Abschnitten unter Bildung eines Winkels zusammentreffen. Später verlässt der Fortsatz völlig die Kernzone und nun senden die fraglichen, über alle Gebiete der grauen Substanz vertheilten Nervenzellen ihren Fortsatz direct, auf dem kürzesten Wege der Commissur zu.

Eine Kategorie feiner, dieser Zellengruppe angehörenden protoplasmatischer Fortsätze betritt die Kernzone, läuft eine Strecke zwischen deren Elementen in sagittaler Richtung nach vorn, um dann plötzlich umzubiegen und an der Lichtung des Kanales zwischen den innersten Epithelzellen frei zu endigen. Am häufigsten begegnet man diesen sonderbaren Fädchen im Bereich der Bodenplatte.

In Betreff des Verlaufs und der weiteren Schicksale der Commissurenfasern glaube ich mich kurz fassen zu dürfen, da eine genaue Verfolgung des Faserverlaufs nicht im Plane vorliegender Untersuchung steht. Die meisten betreten die vordere Commissur ohne vorher Seitenäste abzugeben oder einer Theilung zu unterliegen. Sie gesellen sich auf der anderen Seite einfach oder in zwei Aeste gespalten zu den Längsfasern der weissen Substanz, und zwar zumeist zu denjenigen der Vorder-

und Seitenstränge. Doch lassen sich manche unter langem, die ganze Tiefe des Rückenmarkes durchkreuzenden Verlauf bis in den Hinterstrang verfolgen. Seltener ist die Theilung des Nervenfortsatzes noch vor der Kreuzung in zwei Aeste, von denen dann einer hinübergeht, der andere auf der Seite des Ausgangspunktes verbleibt und sich in die weisse Substanz einsenkt.

Die ersten Vertreter jener ansehnlichen Kategorie von Nervenzellen, die die physiologische Verknüpfung verschiedener Segmente derselben Markhälfte zur Aufgabe haben, und die von Ramón y Cayal[1]) und v. Kölliker[2]) als „Zellen der Stränge“ bezeichnet worden sind, sehe ich am 6. Tage auftauchen, doch sind sie an den von diesem Tage stammenden Präparaten noch ausserordentlich spärlich, erst am nächstfolgenden erscheinen sie zahlreicher imprägnirt. Es handelt sich um sternförmige, nach allen Richtungen gleichmässig entfaltete Elemente, die sich durch sehr reiche protoplasmatische Verästelung auszeichnen. Sie entstehen zuerst im Vorderhorn, eingesprengt zwischen die motorischen Zellen und im mittleren Gebiet des Querschnittes; ihre Dendritenfortsätze erstrecken sich in Vorder- und Seitenstrang. Der Nervenfortsatz lässt oft einen eigenartigen Verlauf erkennen, indem er erst eine kurze Strecke nach hinten zieht, um sich plötzlich schlingenförmig nach vorn umzubiegen; gewöhnlich durchkreuzt er bogenförmig mit nach innen gewendeter Convexität

---

[1]) S. Ramón y Cayal, Sur l'origine et les ramifications des fibres nerveuses de la moëlle embryonnaire. Anat. Anzeiger, Jahrg. V, 1890, p. 111.

[2]) A. v. Kölliker, Ueber den feineren Bau des Rückenmarkes. Sitzungsberichte d. Würzburger Phys.-med. Gesellschaft, 1890, 8. März.

das Vorderhorn. Schon im Bereich der grauen Substanz sehen wir ihn fast immer einer Theilung in zwei oder drei Axencylinder unterliegen, wobei sich an der Theilungsstelle stets eine kleine Verdickung findet. Die Aeste gehen in den Vorder- und Seitenstrang ein. Wenn auch bezüglich der Entwickelung dieser Elemente keine directen Erfahrungen gesammelt werden konnten, so lässt es sich doch annehmen, dass sie sich in dieser Hinsicht an die Commissurenzellen anschliessen, mit abweichendem Verlauf des vordringenden Nervenfortsatzes.

Die hinteren Wurzeln entstehen nach der His'schen fundamentalen Entdeckung als centrale Ausläufer der Zellen der Spinalganglien, welch' letztere in der Embryonalperiode bipolare, spindelförmige Elemente darstellen, während sie im entwickelten Zustande bei allen Wirbelthieren mit Ausnahme der Fische unipolar sind, allerdings mit T-förmiger Spaltung des aus der Verschmelzung der beiden primitiven Fortsätze hervorgegangenen Ausläufers. Schon am Ende des 3. Tages gelang es mir, an einigen dieser Zellen sowohl den centifugalen wie den centipetalen Fortsatz zur Anschauung zu bringen, doch sind sie in diesem Stadium jedenfalls noch sehr spärlich. Insoweit es sich also um die Anlage der ersten Fasern handelt, scheinen die hinteren Wurzeln zeitlich nicht hinter den vorderen zurückzustehen, womit natürlich ein ähnliches Verhalten bezüglich ihres Auftretens in Form stärkerer Bündel nicht gesagt werden soll.

Die gegen das Mark vordringenden Fasern sammeln sich bekanntlich an letzterem zu einem zierlichen Längsbündel, das von His, seinem Entdecker, als „ovales Bündel“ oder „primärer Hinterstrang“ bezeichnet worden ist. Dasselbe ist dem hinteren, ansehnlich verbreiterten Theil der Kernzone seitlich angeheftet und besitzt anfangs auf dem Querschnitte die Form einer

biconvexen Linse mit vorderer und hinterer Zuspitzung. Mit der Zunahme der Bestandtheile geht eine allmählige Abplattung der beiden Bündelchen einher, gleichzeitig vollzieht sich eine Ortsveränderung, indem sie sich mit ihren medialen, zugeschärften Rändern allmählig der Mittellinie nähern, zur Vereinigung gelangen, und sich sogar von dieser Stelle aus in Gestalt eines Vorsprunges in der Mitte etwas nach vorne zu entwickeln. So wird der ursprünglich einheitliche hintere Abschnitt der grauen Substanz in die beiden Hinterhörner getheilt, die schon jetzt aus zwei Theilen bestehen: aus eigentlicher, nervöser grauen Substanz und einer abgeschnürten Partie der Kernzone, in welcher wir die Anlage der Rolando'schen Substanz erkennen. — Die mediane Vereinigung der ovalen Bündel erfolgt, soviel ich sehe, am 7. Tage; das ist zugleich der Zeitpunkt, wo meiner Erfahrung nach die Collateralen der hinteren Wurzeln zuerst zur Anschauung gelangen."

Ein Vergleich des vorstehenden Aufsatzes mit der Arbeit Ramón y Cayal's ergiebt, dass die Erfahrungen dieses letzteren Gelehrten in Bezug auf die Entwickelung der Nervenzellen weiter gehen als die meinigen. In den mir damals vorliegenden Präparaten fand ich die Neuroblasten nicht unmittelbar an dem Centralkanal liegend, sondern in der Umgebung desselben, in der Lage, wie es die beiden Figuren erkennen lassen; ein kleiner centraler Fortsatz war nur ab und zu ausgeprägt, die unipolare Zelle erschien gewöhnlich von länglicher Birnform. R. y C.'s Befunde ergeben nun — und ich kann ihm darin auf Grund meiner seitdem fortgesetzten Untersuchungen vollkommen beistimmen —, dass diesem Stadium noch ein früheres vorausgeht, wo der

Neuroblast eine ausgesprochene Spindelform aufweist und stets mit einem an die Lichtung des Centralkanales heranreichenden inneren Fortsatz versehen ist. Die Entwickelung der Neuroblasten liegt nun klar zu Tage. Aus den Mitosen der Keimschichte gehen in einer bestimmten Phase der Entwicklung Zellen hervor, deren peripherer Fortsatz abweichend von dem Verhalten der übrigen Zellen der Kernzone rasch in einer gegebenen Richtung zu einer Nervenfaser auswächst. Die Zelle liegt anfangs gleich den benachbarten Elementen am Centralkanale, dem sie nach Art dieser letzteren einen kleinen Fortsatz zusendet. Doch nicht lange behält sie diese Lage; in einer zweiten Phase erfolgt ein allmähliges Herauswandern derselben aus der Kernzone, wobei der centrale Fortsatz eingezogen und zur Vergrösserung der Zelle aufgebraucht wird und die Zelle selbst mehr und mehr die ihr durch die dicht gefügten Elemente der Kernzone aufgenöthigte Spindelform mit einer mehr rundlichen Birnform (His) vertauscht. Ist sie einmal aus dem Verbande der Kernzone vollständig abgelöst, so leitet sich der dritte Vorgang, die Anlage der protoplasmatischen Ausläufer, ein: der Neuroblast wird hiermit zur Nervenzelle.

R. y C. bezeichnet die I. Phase als epitheliale und nennt die „Nervenzellen herausgerückte Epithelzellen". („La plupart des cellules nerveuses primitives sont des éléments épithéliaux déplacés.") Ich kann mich dieser Ausdrucksweise nicht anschliessen, da der Bezeichnung „Epithelzelle" schon früher von His eine besondere Bedeutung beigelegt worden ist, an der festzuhalten wir im Interesse eines klaren Verständnisses allen Grund haben. His bezeichnet die Radiärzellen (Hensen) als Epithelzellen. Die Zelle, die eine Nervenfaser aus sich hervorgehen lässt, kann mit diesen Stützzellen, trotz

aller Aehnlichkeit der Form in den ersten Stadien, unmöglich als gleichwerthig betrachtet werden. Jener formelle Anschluss erscheint uns blos als die nothwendige Folge der mechanischen Bedingungen, unter denen sich der eben entstandene Neuroblast in der dicht gedrängten Kernzone befindet, die Spindelform ist vorübergehender Natur und weicht einer rundlichen oder birnförmigen Gestalt, sobald die Zelle in die äusseren, lockerer gefügten Schichten der Kernzone herausrückt. Das Interesse einer exacten Darstellung erheischt es, diese Zellen vom ersten Momente ihrer Entstehung an, sie seien geformt wie sie wollen, als Neuroblasten zu bezeichnen und die Bezeichnung „Epithelzellen“ nur für die epithelartig angeordneten Elemente des radiären Stützsystems zu reserviren.

Bilden diese Bedenken blos eine Frage sprachlicher Verständigung, so besteht zwischen den dargelegten Befunden und denjenigen R. y C's. in einer anderen Hinsicht ein wesentlicher Widerspruch. R. y C. spricht sich S. 612, im Gegensatze zu der von His aufgestellten principiellen Scheidung zwischen Neuroblasten und Epithelzellen, für die Möglichkeit einer Entstehung ersterer aus der Umwandlung und Ortsveränderung letzterer aus, der Art, dass der periphere Ausläufer der Radiärzellen zu dem Nervenfortsatz, der centrale zu dem ersten Dendritenfortsatz der Neuroblasten werden soll. Meine Untersuchungen, die mit derselben Methode, an demselben Objekt angestellt wurden und wie es scheint ein gleiches technisches Ergebniss lieferten (auch mir gelang die Imprägnation schon am 3. Tage der Bebrütung), ergaben eine volle Bestätigung der His'schen Neuroblastenlehre. Ich finde zwischen den beiden Fasersorten (Nervenfortsatz und Radiärfasern) von Anfang an sehr bestimmte histologische Unterscheidungsmerkmale, die

meiner Ansicht nach eine solche Umwandlung geradezu ausschliessen. Die Radiärfasern lassen, wie erwähnt, schon sehr früh zahlreiche seitliche Unregelmässigkeiten erkennen, die man an den Axencylinderfortsätzen vermisst, sie zeigen schon am 4. Tage häufig periphere Theilungen in gleichstarke Aeste, zumal diejenigen in der Gegend der primären Vorderhornanlage, die sich also bei der Cayal'schen Annahme wieder zu einer einzigen Faser vereinigen müssten, was doch unwahrscheinlich erscheint. Es ist allerdings zu betonen, dass diese histologischen Differentialkennzeichen nur an jenen Präparaten deutlich zur Anschauung kommen, die durch die einfache Golgi-Cayal'sche Imprägnation gewonnen wurden, — wendet man die combinirte Methode R. y C.'s an (und bei sehr jungen Vogelembryonen wird man wohl in den meisten Fällen zu dieser greifen müssen), so werden sämmtliche Fasergebilde des Medullarrohres in derart energischer Weise imprägnirt, dass jene feinen Differenzen sich der Beobachtung völlig entziehen.

Basel, den 29. November 1890.

Bericht über das Naturhistorische Museum vom Jahre 1890.

Von

L. Rütimeyer.

Durch allerlei Verhältnisse ist das Naturhistorische Museum im verflossenen Jahre vor einen Wendepunkt gestellt worden, der je nach seinen noch nicht absehbaren Folgen auf dessen fernere Gestaltung von grösserem Einfluss sein kann als irgend ein Ereigniss, von dem es seit seinem Bestande betroffen worden ist.

Zunächst sind der leitenden Commission zwei Mitglieder entrissen worden, welche beide, in der Schulung Peter Merian's aufgewachsen, dem Museum in dessen Tradition die treusten Dienste geleistet hatten. Am 26. Februar starb Herr Dr. V. Gilliéron, der seit seiner Ansiedlung in Basel, 1866, mit dem Museum in Beziehung getreten und seit 1884 Mitglied von dessen naturhistor. Commission gewesen war. Mit Anfang April trat in Folge von Demission aus Altersgründen Herr Prof. Albr. Müller aus der Commission, der er seit Eröffnung des Museums, 1849, angehört hatte. Bald darauf, am 3. Juli erfolgte sein Tod. Von der Anhänglichkeit Beider an die ihnen anvertraute Anstalt bewahrt dieselbe bleibendes Zeugniss in Form von Schenkungen, von welchen später die Rede sein soll. Die Ergänzung der Commis-

sion geschah zunächst durch die Nachfolge von Herrn Prof. C. Schmidt an die akadem. Lehrstelle von Prof. Albr. Müller und des Weitern durch die Wahl des Herrn Dr. Theod. Engelmann, Apotheker, und des Herrn A. Gutzwiller von Seiten E. E. Regenz. Letzterem ist bald darauf von der philos. Facultät in Mit-Anerkennung seiner in frühern Berichten erwähnten Verdienste um das Museum der Titel eines Dr. Phil. verliehen worden.

Sowohl diese Veränderungen, wie der Umstand, dass im Verlauf der Zeit auch nach allen andern Richtungen in den Verhältnissen des Museums vielfache Aenderungen stattgefunden hatten, veranlassten die Commission zu einer Revision ihres von der Regenz zuerst 1822 aufgestellten und seit 1837 unverändert gebliebenen Reglementes. Der E. E. Regenz vorgelegte und von ihr gutgeheissene Entwurf einer neuen Ordnung ist mit einer aus formeller Rücksicht von dem Erziehungs-Rath vorgenommenen Abänderung von diesem am 11. Dezember genehmigt worden.

Ganz anderer Art als die Personalveränderung in der Commission ist die Unsicherheit, vor welche das Museum bezüglich seiner fernern Entwicklung in Folge des Projects des Neubaus einer Bibliothek gestellt ist. Mindestens für den Fall, dass es in Folge hievon für die ihm so dringlich nöthige Erweiterung auf Räumlichkeiten angewiesen würde, die seinen Bedürfnissen noch schlechter angepasst sein könnten als ein Theil der bisherigen, oder dass es einem langjährigen Provisorium unter den von den Berichten fort und fort beklagten Verhältnissen entgegensehen müsste.

Nicht wenig complicirt wird die Sache dadurch, dass bekanntlich die für eine rationelle Einrichtung auf längere Zeit unvermeidliche Vereinigung der umfangreichen und ebenfalls raumbedürftigen zoologischen Un-

terrichtsanstalt mit dem Museum, sowie die in neuester Zeit ihrer billigen Rolle an unserer Universität entgegenreifenden Einrichtungen für Mineralogie und Geologie, und noch allerhand andere Perspectiven von vornherein den Gesichtskreis für die Zukunft weit über den bisherigen Umfang zu erweitern nöthigen.

Nichtsdestoweniger glauben wir nicht, dass die überaus grossen Uebelstände, unter welchen wir seit langer Zeit leiden, und die Schwierigkeiten, welche wir noch vor uns sehen, auch für den Fall von blos provisorischer Fürsorge unüberwindlich seien. Allein der einzige Weg dazu kann darin bestehen, dass man uns nicht nöthigt, uns vorübergehend oder bleibend in Räumlichkeiten einzuhausen, welche von vornherein die gegenwärtigen Zustände noch verschlimmern müssten, und zweitens darin, dass, was wir durchaus nicht für unmöglich halten, das Mobiliar, ohne welches ja die Besetzung neuer Räume nicht denkbar wäre, der Art eingerichtet würde, dass es für alle weitern Eventualitäten Brauchbarkeit verspräche.

Alle diese Fragen haben uns bereits durch einen guten Theil des abgelaufenen Jahres vielfach beschäftigt, und es ist darüber ein reichlicher Verkehr mit der Baubehörde geführt worden. Dieselbe befindet sich im Besitz einer Anzahl von Gutachten und Uebersichten, die wir ihr von verschiedenen Gesichtspunkten aus einreichten, und wir getrösten uns der Hoffnung, dass dieselben bei der Erwägung der ferneren Gestaltung unserer Anstalt zur Orientirung dienen möchten.

Ueber die naturhistorischen Sammlungen selber berichten wir für das Jahr 1890 folgendes:

A. Mineralogisch - Geologische Abtheilung.

Durch Vereinbarung in der naturhistorischen Commission ist die während vielen Jahren hauptsächlich von P. Merian und Prof. A. Müller besorgte Aufsicht über diese Abtheilungen, für **Geologie und Palaeontologie** mit Einschluss der Conchyliologie, sowie der dem Professor der Mineralogie und Geologie unterstellten speciellen Unterrichtssammlungen Hrn. Prof. Schmidt, für Mineralogie Herrn Dr. Engelmann, und für die fossilen Wirbelthiere wie bisher dem Unterzeichneten zugewiesen worden.

Das im abgelaufenen Jahre von der Baubehörde im Hinterhof des Museums eingerichtete und anfänglich für einen Hörsaal in Aussicht genommene Zimmer ist gleich nach Fertigstellung mit geologischem Arbeits - Material und Doubletten besetzt und als Arbeitszimmer verwendet worden. Für die Vorlesungen wurde aus triftigen Gründen der schon bisher benützte Hörsaal im Universitäts-Gebäude beibehalten.

Durch Zuschüsse von Seiten der naturhistorischen Commission, der Akademischen Gesellschaft und des Erziehungs - Departements, im Gesammtbetrag von circa Fr. 2200. —, ist laut beigelegter Special - Rechnung ein ansehnliches Unterrichtsmaterial angeschafft worden, das bisher fehlte, bestehend aus Crystallmodellen und Präparaten verschiedener Art, sowie von Tabellen, Wandtafeln und Karten, und aus einer aus dem Büchernachlass von Herrn Dr. V. Gilliéron erworbenen Auswahl von geologischen Schriften und Karten. — Vermehrt wurden diese Lehrmittel durch folgende Geschenke und weitere Anschaffungen.

Aus dem Nachlass von Hrn. Prof. Alb. Müller sind von dessen Hinterlassenen dem naturhistorischen Museum geschenkt worden: 1) ein kleines Mikroskop, 2) eine An-

zahl von einigen Hundert mineralogischen und geologischen Schriften, worunter ein beinahe vollständiges Exemplar der Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, mit 24 Kartenblättern. Nebst den aus dem Nachlass von Hrn. Alfons Merian stammenden und aus dem Nachlass von Hrn. Gilliéron angekauften Schriften bilden diese Lehrmittel einen willkommenen ersten Anfang zu einer Handbibliothek, über welche ein Katalog zu führen sein wird und welche unter Aufsicht der naturhistorischen Commission stehen wird.

Ebenfalls zu Lehrzwecken schenkte Herr Prof. Schmidt eine von ihm angelegte Sammlung von Gebirgsarten von 2—3000 Stück, herstammend aus den östlichen Schweizer-Alpen, sowie aus der Bretagne und den Pyrenäen. Für Aufstellung derselben haben wir uns um das nöthige Mobiliar an die Museumscommission gewendet. Ein Betrag von 250 Fr. für Dünnschliffe an dieser Sammlung ist von der naturhistorischen Commission vergütet worden. Ebenso ist von derselben der Ankauf von Gypsabgüssen von Meteoriten bewilligt worden.

Ein ansehnliches Geschenk ist der geologischen Abtheilung von den Hinterlassenen des Herrn Gilliéron zugefallen durch Uebergabe von dessen geologischen Sammlungen. Dieselben enthalten Versteinerungen und Gebirgsarten aus Jura, Alpen und Molasse. Mit der Sichtung derselben haben sich bereits die Herren Dr. Greppin, Gutzwiller und Prof. Schmidt beschäftigt. Obschon sich bei Ausscheidung des Entbehrlichen der Umfang dieser Sammlung sehr verkleinern wird, so wird doch daraus dem Museum namentlich an Versteinerungen aus der untern Kreide des Jura von Bern und Neuchâtel so viel Werthvolles zufallen, dass mit den früher von Herrn Gilliéron dem Museum überlassenen Versteinerungen aus den Alpen

von Freiburg und Bern, dessen sorgfältige Originalarbeiten eine ansehnliche Stelle in unseren wissenschaftlichen Sammlungen einnehmen werden. Eine Serie von nahezu 100 Originalien zu den wichtigen Publicationen von de Loriol (Etage argovien de Landéron) und Mösch (Pholadomyen) sind dabei von besonderm Werth.

Einzelne Geschenke sind dieser Abtheilung des Museums noch zugekommen von Herrn Prof. Schmidt, von Herrn Alb. Hoffmann-Burckhardt und von Herrn Dr. Theod. Schneider-Preiswerk.

Eine tiefgreifende und noch in voller Bewegung befindliche Umräumung hat die unter die Obhut des Herrn Dr. Theod. Engelmann gestellte **Mineralien-Sammlung** erlitten. Eine umfangreiche Vorarbeit hiezu bestand schon in der Ausräumung des seit dem Tode von Herrn Schönbein von Prof. Albr. Müller benutzten und nunmehr an die Reptiliensammlung abgetretenen, sowie in der Einrichtung des für den Dienst der Mineraliensammlung nun einzig überbleibenden Zimmers von Peter Merian, in welchen beiden sich seit dem Bestand des Museumsgebäudes Alterthümer aller Art angesammelt hatten. Unter Leitung des Herrn Dr. Engelmann, der bei dem gänzlichen Mangel an Museumsbedienung das nöthige Dienstpersonal stellte und auch allerlei anderweitige Erfordernisse deckte, und unter dankenswerther Mithülfe der mit der Mineraliensammlung wohlvertrauten Herren Hans Sulger und Studiosus Lang wurde diese missliche Arbeit so durchgeführt, dass dieser einzige mit den Sammlungen in directer Verbindung stehende Arbeitsraum vor der Hand den allerlei Bedürfnissen, welchen er zu dienen haben wird, einigermassen wird entsprechen können.

Weit umfangreicher war die von dem Custos dieser Abtheilung unternommene Aufgabe, die Sammlung selber, so weit es die gegenwärtigen Verhältnisse gestatten,

gleichzeitig in die vor Staub am meisten geschützten und doch der Beschauung zugänglichen Theile unseres Mobiliars unterzubringen. Es hatte dies nothwendig Verschiebungen anderer Sammlungs-Abtheilungen und Uebelstände zur Folge, welche sich erst heben lassen werden, wenn dem auch hier bestehenden schreienden Mangel an Raum und Mobiliar abgeholfen sein wird. Auch für diese, genaue Sachkenntniss erfordernde Arbeit verdanken wir dem langjährigen Gönner und genauen Kenner unserer Mineraliensammlung, Herrn Hans Sulger, die ausdauerndste Beihülfe.

Die definitive Auswahl der auszustellenden Mineralien, die Etikettirung und Catalogisirung derselben sind die Arbeiten, die für das folgende Jahr in Aussicht genommen sind.

Die Untersuchung der **fossilen Säugethiere** aus der Cartier'schen Sammlung konnte endlich von dem Unterzeichneten der Hauptsache nach vollendet und über das Ergebniss eine vorläufige Uebersicht veröffentlicht werden. Hiernach beträgt die Zahl der bisher daselbst aufgefundenen Arten von Säugethieren nicht weniger als etwa 100, wovon etwa ein Viertheil in der Schweiz (Mauremont) bisher bekannt geworden war. Wie schon der letzte Bericht erwähnte, erhält aber die Egerkinger Fauna ein überaus merkwürdiges Gepräge durch das Vorkommen von allerlei Formen, welche bisher nur im Eocän von Nord-Amerika gefunden worden waren. Mit um so lebhafterer Freude ist es daher zu begrüssen, dass die Sammel-Arbeit von Herrn Cartier, Dank einem hiezu bestimmten Geschenke der treuen Gönner unseres Museums, der Herren Sarasin, wieder ins Leben gerufen werden konnte.

Ueber die in unserem Museum aufbewahrte Sammlung fossiler Säugethiere aus Caylux wurde ein Catalog

angefertigt, der die Zahl von 105 Arten von diesem Fundort aufweist.

Auf dem Tauschweg wurden den Gypsabgüssen von Fossilien einige werthvolle Modelle aus den Museen von Bologna und von Lausanne beigefügt.

B. Zoologische Abtheilung.

Von den grossen Schwierigkeiten, mit welchen die Abtheilung der ausgestopften **Vögel und Säugethiere** stetsfort zu kämpfen hat, ist im letztjährigen Bericht so viel die Rede gewesen, dass wir diesmal auf eine Wiederholung gern verzichten, obschon die Anstrengungen gegen die von dem schreienden Zustand unseres Mobiliares herrührende Schädigung unablässige Arbeit kosteten. Mit Absicht ist daher in den hievon am meisten betroffenen Partien nichts verändert worden. In den übrigen hat trotzdem eine nicht unbedeutende Bewegung stattgefunden. Zu der im letzten Bericht erwähnten Schenkung von japanischen Vögeln, welche erst in diesem Jahre aufgestellt werden konnten, ist in diesem Jahre eine weit ansehnlichere der Herren Dr. Sarasin gekommen, von nicht weniger als 65 Arten (110 Stück) Vögeln aus Ceylon, nebst einigen Säugethieren von ebendaselbst. Mit einem Mal hat hiermit die Vogelwelt dieser Gegenden, die uns bisher so viel als gänzlich fehlte, eine sehr ansehnliche Vertretung erhalten. Durch Ankauf erhielt die Familie der Paradisvögel Zuwachs und wurde die um Basel einheimische Vogelwelt theilweise erneuert. Ein fernerer Ankauf von Vögeln aus dem Congogebiet vervollständigt unsere im Grossen zwar nicht schlecht vertretene afrikanische Fauna. Von der Verwaltung des Thiergartens sind uns eine Anzahl sehr schön erhaltene Thiere zum Geschenk gemacht

worden, ein Leopard von Malabar, zwei amerikanische Strausse, alt und jung, ein sehr schöner im Garten geborener und daselbst gross gewordener Steinbockbastard, und zwei werthvolle Arten von Fasanen.

In den zahlreichen von Herrn Dr. F. Müller besorgten Abtheilungen hat die Vereinigung der für Aufstellung der **Fische und Reptilien** benützten Räume mit dem daran stossenden, bisher von Prof. A. Müller benutzten und für den neuen Zweck mit den nöthigen Schränken versehenen Zimmer zwar gestattet, unter Neuordnung von nicht weniger als etwa 2000 Gläsern, diese beiden Sammlungen besser als bisher getrennt zu halten. Immerhin erwies sich der Gewinn an Raum für die Fische als unmerklich und ist auch für die Reptilien nur einzelnen Familien zu Gute gekommen. Eine grosse Abtheilung der letztern, der Familie der Scinke, wurde bei diesem Anlass an der Hand eines neuen Cataloges des Britischen Museums neu durchbestimmt.

Eine ansehnliche Schenkung an Reptilien aus Maracaibo ist dieser Abtheilung zugekommen von Herrn Dr. Th. Engelmann, schöne Präparate über die ceylonische Blindwühle von den Herren Dr. Sarasin, interessante Amphibien aus Birma durch ein Geschenk eines Freundes. Im Ganzen beträgt der Zuwachs der Reptilien 107 Stück in 59 Arten, wovon 22 für uns neu (9 Schlangen, 7 Eidechsen, 6 Amphibien). Als Curiosität ist zu erwähnen eine Schlange (Leptodeira annulata), welche lebend in Campèche-Holz nach Basel gelangte und uns von Herrn Fel. Cornu übergeben worden ist.

Der Fischsammlung wurden durch Hrn. Prof. Bunge einige aus Wladiwostock stammende Arten zugewendet. Die **Crustaceen** wurden durch 7 Arten, wovon 5 neue, die Myriapoden durch zwei Arten vermehrt.

Die im letzten Bericht erwähnte, von Herrn Dr.

Müller neu angelegte Sammlung einheimischer **Spinnen** ist einstweilen in dessen Arbeitszimmer in einem neuen Schrank aufgestellt worden. Trotz den sehr grossen Schwierigkeiten, mit welchen die Bearbeitung des immerfort sich mehrenden Materials verbunden ist, konnten etwa 60 wohlbestimmte Arten beigefügt werden, sowie einige exotische Arachniden.

In der **entomologischen** Sammlung konnte laut einem einlässlichen Bericht ihres Vorstehers, Herrn Riggenbach-Stehlin, der Abtheilung der Coleoptern von ihrem Custos, Herrn Knecht, nur die nöthigste Aufsicht zugewendet werden; vermehrt wurde dieselbe durch Zuwendungen aus Para in Brasilien von Herrn Leonhard Haag dahier, aus Ceylon von den Herren Sarasin in Berlin. Dafür ist von Herrn Hans Sulger die grosse Aufgabe der Neuordnung der ihm unterstellten und unter seinen Händen namhaft angewachsenen Schmetterlingssammlung der Hauptsache nach zu Ende geführt und ein Catalog über dieselbe angelegt worden, welcher einen grossen Fortschritt dieser Sammlung im Vergleich zu deren Inhalt beim Beginn der Mitwirkung von Herrn Sulger beurkundet. An Geschenken sind auch hier zu verzeichnen verschiedene seltene thibetanische und madagassische Schmetterlinge von Herrn Oberthür in Rennes, eine erhebliche Anzahl ceylonischer von Herrn Prof. Courvoisier, afrikanische von Hrn. Rogenhofer in Wien, brasilianische von Herrn L. Paravicini in Basel, Exoten verschiedener Herkunft von Herrn Sulger. — Von den viel schwieriger zu bearbeitenden übrigen Insecten-Ordnungen konnten durch Zusendung an Specialisten bisher nur eine Anzahl von Familien der Bienen, Wespen und Ameisen theilweise bearbeitet werden. Für eine Anzahl anderer Familien steht die Bearbeitung noch aus, doch hofft der Vorsteher der Sammlung

auch für diese nach und nach die nöthigen Fachmänner gewinnen zu können.

Unsere Jahresrechnung verzeichnet an Activen, unter welchen ausser den normalen ein Geschenk eines Freundes von Fr. 30. — erscheint, Fr. 5960. 86; an Passiven Fr. 2971. 56, wovon Fr. 808. 62 für Naturalien, Fr. 542. 52 für Anschaffung von Lehrmitteln für die mineralogische Abtheilung, der Rest Fr. 1620. 42 für laufende Bedürfnisse. Der ansehnliche Activ-Saldo auf 1891 mit Fr. 2989. 30 rührt her von der Beschränkung im Ankauf von Naturalien und ist somit Ausdruck der uns auferlegten Hemmnisse aller Art.

Erinnerung an Professor Albrecht Müller.

Von

L. Rütimeyer.

Trotz einer Anzahl von warmen Dankes- und Anerkennungsworten, die bei dem am 3. Juli 1890 erfolgten Hinschied von Prof. Albr. Müller in den Tagesblättern zur Publication gekommen sind, gehört ein Nachruf an diesen Mann in allererster Linie in die Verhandlungen der Basler Naturforschenden Gesellschaft, der er während Jahrzehnden in verschiedenen Functionen, vornehmlich als Sekretär und als Verwalter ihres Schriftenverkehrs, in vorragendem Maasse aber auch als wissenschaftlich thätiges Mitglied die ganze Fülle seiner Treue als Beamteter und seiner Hingebung als Naturforscher zugewendet hat.

Von Hause aus nichts weniger als auf den Gelehrten-Stand hingewiesen, sondern dem typischen Handelsstande von Basel entsprossen und lange Zeit in diesem thätig, ist Müller ein prägnantes Vorbild, wie die mindestens in frühern Zeiten an den relativ kleinen Hochschulen der Schweiz — und an der Jahrhunderte alten Hochschule in Basel weit mehr als anderwärts verwirklichte innige

Verschmelzung eines durch und durch bürgerlich angelegten Gemeinwesens mit einer Universität es vermag, segensreiche Säfte aus scheinbar weit abgelegenen Kreisen anzuziehen. Zeitlebens fühlte sich denn auch Müller ebenso sehr als Basler-Bürger wie als akademischer Lehrer und bildete wie so viele andere, selbst aus dem Ausland Eingewanderte unserer Universitätslehrer eines der starken Bindeglieder zwischen Bürgerschaft und Hochschule.

Geboren ist Albr. Müller am 19. März 1819. Sein Bildungsgang war der in den baslerischen Bürgerkreisen übliche. Eine sehr bestimmte Vorliebe für Steine und für Experimentation von allerlei Art auf physikalischem Gebiet soll ihm aber, wie wir hören, von früh an eigenthümlich gewesen sein. Wohl ohne allen Zweifel eine Ueberlieferung von seinem Gross-Onkel, dem in der Geschichte der Basler-Universität so vorragenden Physiker und Mathematiker, Prof. Daniel Huber. Thatsache ist mindestens, dass dies Verhältniss unsern Freund früher als dies sonst möglich gewesen wäre, in Verkehr mit dem damals im Falkensteinerhof etablirten naturhistorischen Museum brachte, dessen Vorstand Prof. Huber von der Beziehung des Falkensteinerhofes an, 1821, bis zu seinem Tode, 1829, gewesen war, sowie mit der öffentlichen Bibliothek, welcher Prof. Huber sein astronomisches und physikalisches Cabinet, eine Sammlung von Mineralien, Gebirgsarten und Versteinerungen, sowie namentlich seine sehr bedeutende Privatbibliothek, nebst einer Sammlung geographischer Karten zum Geschenk gemacht hatte.[1] Reichliche Nahrung fand überdies

---

[1]) In einem Beizeddel zu dem Testament von Prof. Huber (12. November 1829), findet sich folgender Passus: Sollte der Fall eintreffen, dass der Sohn eines meiner Neffen oder Niece sich in

sicherlich diese Neigung durch einen längern Aufenthalt Müller's in dem kaufmännischen Geschäft seines Bruders in Görlitz, der ihm vielfache Wanderungen im Erzgebirg und in Böhmen erlaubte.

Dies erklärt denn auch leicht, dass Peter Merian, Vorsteher des naturhistorischen Museums seit 1830, bei den Vorarbeiten zu dem im Jahre 1848 und 1849 bewerkstelligten Umzug des Museums aus dem Falkensteinerhof nach der Augustinergasse, an Albr. Müller die bereitwilligste und kundigste Aushülfe fand, was dann zu dessen bleibender Verbindung mit dieser Anstalt, wie mit der Universität im allgemeinen führte. 1852 wurde ihm von der philosophischen Facultät der Doctortitel honoris causa ertheilt, 1854 wurde er zum Privatdocenten, 1861 zum ausserordentlichen und 1866 zum ordentlichen Professor für Mineralogie und Geologie ernannt.

Schon viel früher, 1846, war er überdies der naturforschenden Gesellschaft beigetreten und sofort mit dem Amte eines Secretärs betraut worden, das er denn auch nebst der damit verbundenen Aufgabe der Besorgung des Schriftenverkehrs mit auswärtigen wissenschaftlichen Gesellschaften bis Ende 1880 mit einer Ausdauer und Gewissenhaftigkeit besorgt hat, die den Handelsmann im besten Sinn des Wortes erkennen liess. 1849 war er

---

den Fächern der Physik, oder Mathematik oder Astronomie besonders umzusehen willens sein würde, und als ein fähiger Kopf sich darthun könnte, so sollten einem solchen Subyekt einige Vortheile in Bezug meiner Bücher gestattet werden, und zwar in der Anzahl der nach den gewöhnlichen Gesetzen der Bibliothek bestimmten Bände, in Ansehung der Zeit, wie lange die Bücher können behalten werden, etc. etc. Die Vergünstigung auf noch einen Grad weiter auszudehnen, erlauben nun die sich mehrenden Schwierigkeiten nicht, jedoch wäre es mein sehnlichster Wunsch, dass davon so viel als möglich könnte fortgesetzt werden.

zudem durch Wahl der akademischen Regenz Mitglied der Commission des naturhistorischen Museums geworden, der er bis zu seinem freiwilligen Rücktritt ins Privatleben, 1890, angehörte, und von welcher ihm die besondere Pflege der mineralogischen Sammlung anvertraut wurde.

Kein Zweifel, dass von dem Moment seiner Verbindung mit dem naturhistorischen Museum der unwiderstehliche Einfluss von Peter Merian, mit dem er von da an fast in täglichem Verkehr lebte, vor allem bestimmend auf seine wissenschaftliche Thätigkeit wirkte. Um so mehr tritt aber die Tüchtigkeit des Mannes darin ans Licht, dass Müller die Auswahl Merian's in so hohem Masse zu rechtfertigen wusste. Wie als Beamteter hat er sofort auch als Vertreter und Förderer seiner Wissenschaft in ehrenhaftester Weise seinen Mann zu stellen gewusst. Von 1854 bis 1884 erschien selten ein Heft der Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft ohne Mittheilungen von ihm, und nicht selten Mittheilungen von ansehnlichem Umfang, Früchte von durch Jahre fortgesetzten Studien, die ihm bald einen sehr ehrenwerthen Platz in der Gelehrtenwelt sicherten. Wesentlich concentrirten sich diese Studien auf zwei Gebiete, ein geologisches und ein zunächst mineralogisches.

Das erstere war die Detailuntersuchung des Basler-Jura. In den Fussstapfen Peter Merian's, der schon im Jahre 1820 als Ergebniss der Anwendung seiner intensiven Petrefactenkenntniss auf die Stratigraphie des Jura eine kleine geologische Uebersichtskarte des Kantons Basel veröffentlicht hatte, lieferte Müller in den Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft von 1856 bis 1875 eine grössere Anzahl monographischer Abhandlungen über einzelne Gebiete des Jura, welche die ältern Beobachtungen Merian's auf die Höhe der durch

Thurmann, Gressly, Marcou, Greppin, Lang und Mösch erweiterten Jura-Geologie brachten und einen tüchtigen Grundstock für alle künftigen Forschungen bilden. Zahlreiche Durchschnitte begleiten als Beleg fast alle diese Abhandlungen, und eine Zusammenfassung erfuhren diese Arbeiten schon im Jahre 1860 durch Vorlegung einer geologischen Karte des Kantons Basel auf Grundlage der kurz vorher erschienenen Karte von A. Kündig im Massstab von 1 : 50,000. Dieser Karte, nebst zugehörigem Text und einlässlichem Verzeichniss der hauptsächlich im Basler Museum deponirten und von P. Merian bestimmten Versteinerungen, wurde die Ehre zu Theil, als erste Lieferung der auf Kosten der Eidgenossenschaft veröffentlichten und seither zu einer stattlichen Reihe von Bänden angewachsenen Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz zu erscheinen (1862). Nachträge und Vervollständigungen dieser Arbeit erfolgten wie gesagt bis 1875.

Das andere Thema, das Müller mit nicht weniger Beharrlichkeit eine Reihe von Jahren hindurch verfolgte, und in welchem er durchaus selbständig vorging, war zunächst mineralogischer, weiterhin freilich auch in hohem Masse geologischer Art, die Untersuchung der mineralogischen und mechanischen Structur der crystallinischen Gesteine des Gotthardgebirges. Vorbereitet war diese Aufgabe durch eine Reihe von Beobachtungen, welche Müller auch schon vom Beginn seiner Thätigkeit an der naturforschenden Gesellschaft über einzelne Pseudomorphosen von Mineralien mitgetheilt hatte. Fast wie ein erster Flugversuch in solche für Müllers Constitution anscheinend nicht leicht zugängliche Gebiete sieht sich der hübsche im Jahrbuch des Alpenclub von 1865 enthaltene Versuch an, das Panorama der Alpenkette, wie es sich von Höhenschwand aus darbietet, geologisch zu

coloriren. Von 1865 wendete er dann diese Beobachtungen an erst im Gebiet des Maderaner-, Etzli- und Fellithals, später in der Umgebung des Crispalt und nachher des Susten. Ueber die allerdings sehr frühen Vorgänger in diesen Gebieten, Lusser, Lardy etc., weit hinausgehend, und die Erfahrungen der neuern Mineralogie zu Rathe ziehend, kam er dabei, gleichzeitig mit einer ganzen Menge von Forschern auf solchem Boden, zu den wichtigen Schlussfolgerungen, dass ein guter Theil der crystallinischen Gesteine der Gotthardmasse sedimentären Ursprungs, hauptsächlich aus der devonischen und der ältern Kohlenperiode sei und ihre jetzige Structur einer Pseudometamorphose, d. h. einem langsamen Umwandlungsprocess und zwar wesentlich auf nassem Wege, verdanke. Als Belege dieser Altersschätzung gelang es ihm auch, directe Spuren von Anthracit und von devonischen Versteinerungen nachzuweisen. Selbst die Granite, nach alter Anschauung Eruptivgesteine par excellence, versuchte er in eruptive und in solche von sedimentärem Ursprung einzutheilen. Dieser langsamen Crystallisirung in Folge der chemischen Umwandlung der Gesteine wurde ein starker Antheil an den Kräften, welche die Hebung der Alpen zu Stande brachten, zngeschrieben. Dagegen — ein vielsagender Beleg für Müllers Freiheit von Schulanschauungen — war er geneigt, die Gestaltung des jetzigen Reliefs des Gebirges, seiner Thäler, Gipfel und Gräte grossentheils der Wirkung der Gesteinsverwitterung und des Wassers zuzuschreiben, wobei er allerdings ursprüngliche Spalten und Einsenkungen als Wegweiser der Erosion nicht ausschloss. Dass dabei auch den so wichtigen Contactverhältnissen zwischen Kalk und Gneiss, die an mehrern Stellen des Gotthardgebietes, wie am Fuss der Wind-

gelle, im Meyenthal etc. zur Anschauung kommen, alle Aufmerksamkeit geschenkt wurde, ist selbstverständlich.

Ohne andere Hülfsmittel, als die ausserordentliche Ausdauer und Genauigkeit, mit welcher Müller selbst in den Alpen mit ihren zahllosen und oft höchst unmerklichen Veränderungen von Gesteinsstructur Stein um Stein untersuchte und auch jedes Körnchen prüfte, gelangte er dazu, viele Eigenthümlichkeiten alpiner Felsarten mit blosem Auge aufzufinden und in ihrer Erscheinungsform richtig zu erfassen, deren vollständige Bestätigung und genauere theoretische Deutung seither vielfach nur der mikroskopischen Methode gelungen ist.

Fügen wir diesen zwei Hauptaufgaben von Müllers wissenschaftlicher Arbeit noch die anderweitigen Gebiete bei, welchen er seine Aufmerksamkeit zuwandte, so gehört dahin einmal die Erscheinung der erratischen Blöcke, welchen er, sei es auf den Höhen des Jura, sei es am Nordrand desselben, sorgfältige Beachtung schenkte. Und wie es von einem so typischen Altburger Basels zu erwarten war, galt er überall als erfahrener und sachkundiger Berather für Private und Behörden, wo es sich um Aufschluss über locale Fragen des Untergrundes handelte. Seine Gutachten über Steinkohlenbohrungen, über Grundwasserverhältnisse u. dgl. sind Muster sorgfältiger und besonnener wissenschaftlicher Berichterstattung.

Endlich darf nicht vergessen werden, dass Albr. Müller, wie er überall zu finden war, wo es sich um Verwendung seiner wissenschaftlichen Tüchtigkeit im Dienste seiner Vaterstadt handelte, auch den von dem grössten Theil des Publicums kaum in billigem Maasse gewertheten Anstrengungen zu Gunsten öffentlicher Vorträge in ehrenhafter Weise seinen Dienst zuwandte, in Form einer Reihe von wohlerwogenen Bernoullianums-

vorlesungen, „über die ältesten Spuren des Menschen in Europa, über den Gebirgsbau des Gotthard, über Meteorsteine, über das Wachsen der Gesteine“ u. s. f., die auch nachträglich ihren billigen Platz in der für die Schweiz publicirten Sammlung öffentlicher Vorträge gefunden haben.

Dass die nämliche Gewissenhaftigkeit und Treue, welche Müller in seiner wissenschaftlichen Arbeit, wie in den ihm anvertrauten Leistungen an das naturhistorische Museum und an die naturforschende Gesellschaft kennzeichnet, auch in seinem Lehramt, während einiger Zeit an der Realschule, während fast vier Jahrzehnden an der Hochschule geltend machte, braucht kaum hervorgehoben zu werden. Wenn es seinem Unterricht theils in Folge der Natur des Gegenstandes, theils von Hause aus an rednerischen Vorzügen gebrach, so verstand er es dafür vortrefflich, durch sichere Beherrschung des Mitgetheilten und für den Zuhörer unmissverständliche Hingabe an seine Wissenschaft, demselben hohe Achtung sowohl für diese, wie für den Lehrer abzugewinnen. Auch in den öffentlichen Vorträgen gelang es ihm vollständig, den Anforderungen, welche das Verständnissvermögen des Publicums zu stellen berechtigt ist, gerecht zu werden, ohne dass deshalb das Vorgetragene an wissenschaftlicher Bedeutung Einbusse erlitten hätte. Namentlich aber darf Müller die Hingabe nicht vergessen werden, mit welcher er während langen Jahren — hierin ein Vorbild ehrenwerthester Art — es sich nie verdriessen liess, die von ihm angebotenen Lectionen durchzuführen, auch wenn sich dafür nur ein Paar Zuhörer meldeten. Die Treue gegen sein Amt und gegen seine Wissenschaft vermochten immer seine Zuhörer festzuhalten.

Von den Leistungen Müllers an das Gemeinwesen

soweit dieselben wissenschaftlicher Art waren, ist schon die Rede gewesen. Dass es bei einer so ächten Alt-Basler Natur auch an bürgerlichen nicht fehlte, bedarf kaum der Erwähnung.

In jeder Richtung führen uns also die Leistungen des Verstorbenen ein höchst ehrenvolles und tröstliches Beispiel vor Augen, wie weit es tüchtige persönliche Anlage und eingeborner Impuls ohne grosse Unterstützung von Aussen, nicht etwa nur in bürgerlichen Leistungen, sondern auch — mindestens für gewisse Gebiete — und sogar ohne den ganzen Apparat von Schule und von vieljähriger akademischer Dienstzeit, auf streng wissenschaftlichem Boden zu bringen vermag. So himmelweit auch Müllers Art von englischer oder amerikanischer Denk- oder Handlungsweise entfernt war, so steht er doch vor uns als Repräsentant der auf dem alten Continent im Verschwinden begriffenen Race von self-made men, die sonst nur noch aus angelsächsischem Safte Blüthen treibt. Vor allem für Adepten auf irgendwelchem Wissensgebiet, die es so vielfach ohne unablässige Handreichung und Fingerzeig von Lehrern nicht mehr machen zu können vermeinen, ein ermunterndes Vorbild, und für die Bürgerschaft, aus deren Bereich irgendwie hinauszutreten er niemals begehrte, eine Aufforderung zu dankbarstem und achtungsvollstem Angedenken.

Wissenschaftliche Publicationen.

(Niedergelegt, wo nicht andere Angaben gemacht sind, in den Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel.)

1849. Bemerkungen über das tesserale Crystallsystem. Ueber eine Eisenkiesdruse von Bretzwyl.

1850. Ueber Coelestincrystalle.

1854. Eisen- und Manganerze im Jura. Chlorkalium am Vesuv.

1855. Pseudomorphosen vom Teufelsgrund im Münsterthal.
1856. Ueber die Kupferminen am Obern-See in Michigan. Geologische Beobachtungen über das mittlere Baselbiet. Mit Profilen.
1857. Ueber einige Pseudomorphosen und Umwandlungen.
1859. Anormale Lagerungs-Verhältnisse im Basler-Jura.
1860. Vorlegung der geognostischen Karte des Kantons Basel und der angrenzenden Gebiete. Mit Profilen.
1862. Geognostische Skizze des Kantons Basel, 4°, mit Karte. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz.
1863. Ueber die Wiesenberg-Kette im Basler-Jura, mit 6 Durchschnitten.
1864. Ueber Saurierreste im bunten Sandstein von Riehen bei Basel. — Ueber neue Erwerbungen der Mineraliensammlung.
1865 und 1866. Ueber die crystallinen Gesteine der Umgebungen des Maderanerthales, mit Durchschnitten. — Alpen-Panorama von Höhenschwand, geologisch erläutert. Mit Panorama. Jahrbuch des S. A. C.
1866. Catalog der schweizerischen Baumaterialien an der Ausstellung in Olten.
1867. Eisensteinlager am Fuss der Windgelle. — Grundwasser und Bodenverhältnisse der Stadt Basel, mit Profilen. (Festschrift bei der Feier des 50jährigen Bestandes der naturforschenden Gesellschaft in Basel.)
1869. Ueber die Umgebung des Crispalt, mit Tafel. — Ueber einige erratische Blöcke im Kanton Basel.
1870. Die Cornbrash-Schichten im Basler-Jura.
1871. Die Gesteine des Göschenen-, Gornern- und Maienthales. — Aelteste Spuren des Menschen in Europa. (Oeffentliche Vorträge.)
1873. Neue Erwerbungen der mineralogischen Sammlung. — Ueber Gesteinsmetamorphismus.
1874. Das Wachsen der Gesteine. (Sammlung öffentlicher Vorträge.)
1875. Kleinere Mittheilungen über Granit von Fellithal, Gesteine der Vogesen, erratische Blöcke um Basel u. s. f. — Der Steinkohlenbohrversuch bei Rheinfelden. — Der Gebirgsbau des Gotthard. (Oeffentliche Vorträge.)
1876. Ueber Meteorsteine. (Oeffentliche Vorträge.)

1878. Anormale Lagerungsverhältnisse im westlichen Basler-Jura, mit 6 Profilen.

1880. Die Erzgänge. (Oeffentliche Vorträge.)

1884. Erwerbungen der mineralogischen Sammlung.

Neuere Funde von fossilen Säugethieren in der Umgebung von Basel.

Von

L. Rütimeyer.

Da es am Platze scheint, von Zeit zu Zeit als Ergänzung früherer Zusammenstellungen[1]) von den Funden von fossilen Säugethieren in unserer Umgebung Notiz zu geben, so mögen hier folgende Erwähnung finden:

I. Unter-Tertiär.

Ueber den reichen Zuwachs zu der eocänen Säugethierfauna der Schweiz im Vergleich zu meiner frühern Arbeit über die fossile Fauna von Egerkingen (Neue Denkschriften der Schweiz. Naturf. Ges. Vol. XIX, 1867), gibt der vorstehende Aufsatz: „Uebersicht der eocänen Fauna von Egerkingen," hinlänglichen Bericht.

II. Mittel-Tertiär.

1886. Bei Court im Münsterthal, ein Astragalus von Dinotherium bavaricum aus den sogenannten Dino-

[1]) Ueber die Herkunft unserer Thierwelt, eine zoogeographische Skizze. Basel, Georg. Mit einem Verzeichniss (pag. 52 u. f.) der fossilen und lebenden Säugethiere der Schweiz. 1867.

Die Veränderungen der Thierwelt in der Schweiz seit Anwesenheit des Menschen. Basel, Schweighauser. 1875.

therium-Sanden der Jura-Molasse, von Herrn L. Rollier in St. Imier zugesandt.

1890. Aarau (Ochsen) und Erzgraben bei Küttigen (Kt. Aargau), Molasse. Palaeomeryx, mehrere Arten, vorwiegend P. Scheuchzeri. Cainotherium commune. Rhinoceros minutus. Hyotherium Meisneri? Steneofiber (Chalicomys) minutus. Plesictis sp. Amphicyon etc. in Gesellschaft reichlicher Ueberreste von Schildkröten verschiedener Art, von Crocodil, Dracaenosaurus, etc. Zugesandt von Herrn Prof. Mühlberg in Aarau.

III. Kiesablagerungen und Höhlen.

1886. Riehen. Ein guter Theil eines Skeletes von Bos primigenius. Im Thallehm, etwa 3 Meter unter der Oberfläche.

— Leopoldshöhe. Zähne von Rhinoceros tichorhinus, im Kies bei Anlass des Bahnbaues Leopoldshöhe-Schopfheim wiederholt gefunden von dem Grossherzoglich Badischen Ingenieur Herrn Kern.

1887. Basel. In der Kiesgrube vor dem Steinenthor (Erdbeerengraben) ein vollständig erhaltener Unterkiefer eines jungen Mammuth, vom löblichen Bau-Collegium übergeben.

1889. Wiehlen. Aus Lehmschichten überhalb des Steinbruchs sind seit Jahren von Zeit zu Zeit Mammuthknochen gebracht worden, von welchen oft mehrere so zusammenpassten, dass man schliessen durfte, dass dort ganze Skelete begraben waren. Von derselben Stelle ist 1889 ein ganzes Skelet eines Vorderfusses vom Rhinoceros tichorhinus, alle Knochen der Handwurzel noch in bester

Ordnung zusammenhängend, gebracht worden, was also für das Nashorn denselben Schluss ziehen lässt, wie für das Mammuth.

1890. In einer Höhle des Kaltenbrunnenthales sammelte Herr Stud. Phil. David Zähne von Renthier und Steinbock, wie sie bekanntlich in vielen Jurahöhlen vorkommen.

— Kiesgruben bei Olten-Hammer. Knochen von Renthier. Herr Dr. Christen in Olten.

— Kies am Rheinufer bei der Gasanstalt Basel in 8 Meter Tiefe. Ein Atlas von Rhinoceros tichorhinus. (Baucollegium Basel.)

1890. In einem keineswegs erheblichen Vorrath von grösstentheils zerschlagenen Knochen, die aus einer Spalte des Jura bei der Ruine von Thierstein bei Büsserach zu Tage gefördert wurden, fand sich die folgende nicht unansehnliche Thiergesellschaft vor. Den Knochen lagen Feuersteine, wovon etliche wohl ohne Zweifel künstlich zugeschlagen, bei, und auch einzelne Knochen zeigten unzweifelhafte Spuren von Bearbeitung durch den Menschen. Die Knochen gehörten zum grössten Theil dem Steinbock an, wovon namentlich auch zwei Schädel, der eine von ungewöhnlicher Stärke vorhanden waren. Von andern Thieren waren vertreten Renthier, Edelhirsch, Wildschwein, Bär, (brauner nicht Höhlenbär) Wolf, Fuchs, Luchs, Wildkatze, Fischotter, Marder, Wiesel, Hase, Ziesel (Spermophilus superciliosus, ein in der Höhlenfauna von Frankreich und Deutschland wohl bekanntes, dagegen vielleicht in der Schweiz zum ersten Mal gefundenes Thier, von merklich bedeutenderer Grösse als der in Ost-Europa noch weit verbreitete Ziesel). Endlich eine Anzahl

von Vogelknochen, allem Anschein nach vornehmlich von Raubvögeln, sowie einige wenige Knochen, wohl späterer Zuthat, von Hausthieren, Ziege, Schwein etc. Auch Menschenknochen fehlten nicht, und namentlich war eine Fibula von ungewöhnlicher Stärke zu einem Pfriem zugespitzt.

Auffallend kann erscheinen, dass der Steinbock an dieser Fundstelle am stärksten vertreten war, das Renthier und allem Anschein nach nicht durch Zufall, in einem einzigen Stück. Ob hieraus, wie aus der Anwesenheit des braunen statt des Höhlenbären auf eine spätere Periode dieser wohl hauptsächlich durch die Raubthiere besorgten Knochenablagerung als die der eigentlichen Höhlenfauna des Jura — in welcher sich sonst Höhlenbär, Renthier und Steinbock ungefähr das Gleichgewicht halten — sowie auf ein längeres Ausharren des Steinbocks im Vergleich zum Renthier geschlossen werden darf, mag dahin gestellt bleiben.[1])

---

[1]) Während der Steinbock in den Alpen mindestens noch in vielen Ortswappen eine Rolle spielt (Graubünden [Kantons- und eine Anzahl von Orts-Wappen, Unter-Vatz, Val Tasna, Zizers etc.], Interlaken und vielleicht von daher auch Iseltwald, Gsteig, Oberhofen, ferner Entremont, Anniviers etc.), scheint im Jura trotz dessen einstiger starken Vertretung daselbst, die Erinnerung an ihn nicht bis in die Wappenzeit gereicht zu haben. In jurassischen Ortswappen figurirt nur noch selten der Bär (Bärenfels, St. Ursanne etc.), das Wildschwein (Pruntrut), das Reh (Thierstein, Farnsburg etc.) Am ansehnlichsten wusste sich unter wilden Thieren durch die ganze Schweiz in der Wappenchronik der Bär Platz zu schaffen (Bern, Ober-Simmenthal. Orsières im Wallis etc., und vor allem reichlich im Appenzellerland, wo er in wenigen Ortswappen fehlt). Viel spärlicher erscheint der Wolf (Wolfhalden, Kt. Appenzell, Wülf-

lingen, Kt. Zürich, Courgevaux [Gurwolf], Kt. Freiburg); der Biber (Männedorf, Kt. Zürich ?), dazu aber bekanntlich sehr häufig in vielen Orts- und Fluss-Namen; die Gemse (Gambs, Kt. St. Gallen, Wiesendangen, Kt. Zürich, obgleich der Dorfnamen vom Wisent oder Bison „Wisanteswangen“ entlehnt ist); der Hirsch (Heiden, Reute, Anwyl, Kt. Appenzell, Glattfelden, Kt. Zürich); das Wildschwein (Ebersberg, Kt. Zürich, Berg am Irchel) u. s. f. Wie verdächtig die Heraldik als Thierchronik sein kann, beweist freilich vor allem der Steinbock, der selbst im Wappen von Interlaken je nach dem Zeichner wie ein zottiger Geissbock erscheint, obschon die im Stadthaus von Untersee'n prangenden Steinbockhörner genügend Zeugniss ablegen, dass ersterem und nicht letzterem die Ehre zukömmt, Wappenthier zu sein.

Zuverlässigere als diese heraldischen Documente über das Hinschwinden der einst in der Schweiz einheimischen Thierwelt suchte ich zusammenzustellen in der „Untersuchung der Thierreste aus den Pfahlbauten der Schweiz“. (Mittheilungen der antiquar. Gesellschaft in Zürich, Vol. XIII. 1860. Seite 35 u. ff.)

Die zweite zoologische Excursion an die Seen des Rhätikon.

23. Juli bis 15. August 1890.

Von

F. Zschokke.

Die Fortsetzung der im Sommer 1889 begonnenen faunistischen Studien führte uns im Juli und August 1890 wieder an die stillen Hochgebirgsseen des Rhätikon, der als gewaltige Felskette, bald zu stolzen Basteien sich aufthürmend, bald zu tief eingeschnittenen Scharten sich niedersenkend, das österreichische Montafun vom schweizerischen Prättigäu trennt. Meine Begleiter für die zoologische Ferienfahrt in die Alpen waren die Herren A. Bischoff, W. de Coulon, H. Karcher, W. Schiess, A. Staehelin, F. Suter und E. Veillon, sämmtliche Studenten der Medizin an der Universität Basel. Der erste Theil der Excursion war der wiederholten Untersuchung der drei kleinen Sulzfluhseen gewidmet, die schon im vergangenen Jahr unsern Besuch erhalten hatten; der zweite Theil galt dem hochgelegenen Wasserbecken des Lünersees, das am Nordhang der Scesaplana in einer Alpenlandschaft von wilder und ernster Schönheit sich ausdehnt.

Verhältnissmässig günstige Witterung förderte unsere Arbeit, so dass die Ausbeute diejenige des Vorjahres

quantitativ und qualitativ weit übertraf. Hatten wir 1889 etwa sechzig Thierformen als Bewohner der Rhätikonseen kennen gelernt, so fiel uns diesmal die doppelte Artenzahl in die Hände. Der ungewöhnlich zeitig eintretende Frühling, der in jenem Gebirgsabschnitt nach einem relativ milden Winter die Seen schon im April und Mai ihrer Eisdecke entledigte, mag auf die besonders auch an Individuen auffallend reiche Bevölkerung unserer Wasserbecken nicht ohne Einfluss geblieben sein. Es liegt in der grossen Bereicherung der faunistischen Listen der Rhätikonseen ein neuer Hinweis darauf, dass es wiederholter und gründlicher Untersuchung bedarf, um die Thierwelt einer auch noch so eng begrenzten Lokalität erschöpfend kennen zu lernen. Ist so die rein faunistische Seite der Excursion sehr befriedigend ausgefallen, so haben sich auch neue Ausgangspunkte für biologische Fragen ergeben. Alles ist geeignet, uns das ursprüngliche Programm aufrecht erhalten zu lassen und uns zu bestimmen, die Seen des Rhätikon zu zoologischen Zwecken in den nächsten Jahren zu verschiedener Zeit wiederholt aufzusuchen. Die am Schlusse dieses Berichtes beigefügten Listen mögen unsere im Sommer 1890 erworbenen Kenntnisse von der Zusammensetzung der Thierwelt der vier untersuchten Seen wiedergeben; für jeden einzelnen mögen die folgenden Zeilen ein gedrängtes faunistisch-biologisches Bild bieten. Das Nöthige über Lage und äussere Verhältnisse der Sulzfluhseen findet sich in den früheren Publikationen (100, 101, 102).

Den Herren Dr. A. Poppe in Vegesack und F. Könike in Bremen bin ich zu besonderem Dank verpflichtet, da von ihnen in zuvorkommendster Weise die gesammelten Copepoden und Hydrachniden bestimmt wurden.

Der in tiefen Felsschranken liegende See von Partnun verlor im Frühjahr 1890 die zusammenhängende Eisdecke ausnahmsweise schon Mitte April; gegen Ende desselben Monats war er vollkommen eisfrei, ein Zustand, der gewöhnlich erst Ende Mai oder Anfangs Juni eintritt. Es scheint sich der Wasserspiegel im November 1889 geschlossen zu haben; das Niveau des Sees sinkt zu dieser Jahreszeit in Folge des Gefrierens und Versiegens der Zuflüsse so tief, dass auch der Ausfluss während der ganzen kalten Jahreszeit unterbrochen bleibt. Schnee lag im Winter 1889/90 in Partnun sehr wenig. Alle günstigen Umstände — frühes Frühjahr, wenig Schmelzwasser — traten also zusammen, um den See rasch und ausgiebig zu durchwärmen. Dass die Entwicklung organischen Lebens dadurch gefördert wurde, bewies uns schon die reiche Vegetation grüner Algen, die viel üppiger als im Vorjahr besonders den seichten Nordabschnitt des Sees erfüllte. Von höheren Wasserpflanzen war häufig der *Ranunculus Drouetii, Schultz.*

Die Temperatur, im Mittel höher als 1889, schwankte immerhin in ziemlich weiten Grenzen. Als Minima wurden beobachtet im See selbst 7° und 8° C.; im Maximum wurde erreicht 13° C., am Abend des warmen gewitterigen ersten August.

Die zahlreichen Aufzeichnungen ergeben einen Mittelwerth von 11° C. (Maximum 1889: 10,5° C., Mittel 9,75° C.) Im Allgemeinen waren die nördlichen Theile des Sees immer etwas kälter als die südlichen. Nach unten scheint die Temperatur ziemlich rasch abzunehmen, schon 3,5 Meter unter der Oberfläche sinkt sie um einen Grad.

Sehr rasch erwärmen sich die beiden grösseren, westlichen, von den Flanken der Sulzfluh herströmenden Zuflüsse. Für den einen lagen die Temperaturgrenzen bei 5 und 9,5° C., für den andern bei 5 und 13°. Der

am Grubenpass entspringende Bach, der sich am Nordende in den See ergiesst, versiegte wenige Tage nach unserer Ankunft, nachdem seine Temperatur von 8 auf 11° gestiegen war. Der dem See entstammende Schanielenbach erreichte Minima von 9, Maxima von 12,5° C. Mit den Wassermessungen gleichzeitig aufgenommene Bestimmungen der Lufttemperatur bewegten sich von 7 bis 17° C.

Mit Fischen erwies sich der See von Partnun relativ reich bevölkert; *Cottus gobio, L.*, und *Phoxinus laevis, Ag.*, fehlten nirgends. Von ersterem wurden häufig auch Eier und kaum dem Ei entschlüpfte Junge gefangen. Das Wasserbecken soll nach Planta-Reichenau (77) zweimal mit Forellen besetzt worden sein und der zweite Versuch ein günstiges Resultat ergeben haben. In der That beobachteten wir wiederholt schöne Exemplare von *Trutta fario, L.*, die bis nahe an die von der Sonne bestrahlte Oberfläche emporstiegen.

Wenige ausgewachsene Frösche (*Rana temporaria, L.*,) vertraten die Amphibien.

Viel reicher und mannigfaltiger als im nasskalten August 1889 war diesmal das Gestade belebt. Besonders stellten sich zahlreiche Insekten ein, die wir früher nicht gefunden. Immerhin übertrifft die Insektenwelt des hoch, aber offen und sonnig gelegenen Sees von Garschina an Arten — und vorzüglich an Individuenreichthum — Partnun noch bedeutend.

Auf dem Wasserspiegel liefen vereinzelt *Hydrometra paludum, Fab.*, und *Hydrometra thoracica, Schml.*, erstere nach Herrich-Schäffer (36) und Burmeister (14) eine weitverbreitete und gemeine Art, letztere nach denselben Autoren und Fieber (24) vereinzelter vorkommend. Es steigen die behenden und räuberischen Wasserläufer überhaupt hoch in's Gebirge. Frey-Gessner

(26) bemerkt speziell in Bezug auf bündnerische Verhältnisse: „Wo nur immer in den Alpen ein Tümpelchen sich findet, gleiten gewiss solche Hydrometren darauf herum.“ Bei Sedrun fand unser Gewährsmann die *Hydrometra Costae, H. S.*, im Juli und August bis zu 2100 m. Höhe.

Unter den Steinen des Ufers, besonders da, wo Zuflüsse in den See sich ergiessen, wohnen zahlreiche Insektenlarven.

Da haust mehr vereinzelt die schöne Larve von *Heptagenia longicauda, Vayss.*, mit deren Entwicklung uns Vayssière (89) bekannt gemacht hat, neben zahlreichen Jugendstadien von *Nemura nitida, Pictet, N. variegata, Oliv.*, und *Capnia nigra, Pict.* Häufig ist auch die weitverbreitete Gebirgsbewohnerin *Perla alpina, Pict.*, die nach Pictet (75) in den Alpen von den tiefsten Thälern bis zum ewigen Schnee emporsteigt. Das ausgewachsene Thier fliegt im Juli und August. Eine sehr bewegliche Eintagsfliegenlarve, die im klaren Wasser des Ufers sich lebhaft tummelte und bei Verfolgung alsbald unter dem Geröll schützende Verstecke aufsuchte, scheint der nach Pictet (76) wohl in ganz Europa verbreiteten *Chloë Rhodani, Pict.*, nicht ferne zu stehen.

Auch *Rhyacophila vulgaris, Pict.*, zeigte sich wieder in mässiger Verbreitung hauptsächlich in den Zuflüssen. Es ist diese Art im Allgemeinen den Hochthälern nicht fremd (72). Ausser den Larven, die in Zeichnung von Kopf und Prothorax von den typischen Exemplaren etwas abwichen, fielen uns wiederholt die leeren Nymphengehäuse in die Hände. Von eigentlichen Köcherfliegen ist hauptsächlich verbreitet die *Phryganea pilosa, Oliv.* Anfangs August beherbergte der Partnunersee ihre Larven und zum Ausschlüpfen bereiten Nymphen, während in der Ebene das geflügelte Insekt schon Mitte Juli sich

an den Ufern von Bächen und Teichen tummelt. Seltener waren *Chaetopteryx villosa, Fab.*, die erst im September fliegt, also für Hochgebirgsverhältnisse geeignet ist, und *Goniotaulius flavus, Klti.* Alle diese Phryganiden bauen ihre Gehäuse vorzugsweise aus mineralischen Bestandtheilen auf. Der Untergrund des Sees von Partnun bietet ihnen erwünschtes Baumaterial in Hülle und Fülle, während rein auf Pflanzenbestandtheile angewiesene Arten hier schwerer befriedigt werden könnten. *Phryganea pilosa, Oliv.*, scheint sich speziell im Hochgebirge wohl zu fühlen. Sie wurde von uns auch erbeutet in Brunnen am Schollberg (1962 m.) und am Plasseckenpass (2250 m.) in rasch fliessenden Bächen, begleitet von *Heptagenia longicauda, Vayss.*, *Nemura variegata, Oliv.*, und nicht näher bestimmbaren Käferlarven. Von Wasserkäfern liessen sich nur sehr vereinzelte Exemplare eines *Hydroporus*, der vielleicht mit dem nach Heer (34) im Lac de Joux sehr selten vorkommenden *H. castaneus, Heer*, zu vereinigen ist, fangen. Diese verhältnissmässig reiche Insektenwelt des Partnunersees wird noch vermehrt durch ein stattliches Contingent von jungen Dipteren. Vom Ufer bis in die grösseren, nur der Dredge zugänglichen Tiefen tummeln sich wenigstens drei Arten von *Chironomuslarven.* Die beweglichen, oft bunt roth gefärbten Thierchen leben frei oder in selbst gefertigten Röhren; einzelne hatten sich bereits zu Nymphen umgewandelt. Mehr littoral scheinen zwei Formen von *Tanypus* verbreitet zu sein; auch die letztes Jahr schon sporadisch gefundene grosse *Tipulalarve* war diesmal unter den vom Wasser gerade noch bespülten Steinen des Ufers recht häufig. Endlich seien noch erwähnt verschiedene ganz unbestimmbare Larven und Puppen von Dipteren.

Ein recht interessanter Fund ist die Entdeckung von *Sperchon glandulosus, Könike,* jener eigenthümlichen Hydra-

chnide, in den Seen von Partnun und Tilisuna. Könike (55) fand das Thierchen zuerst in wenigen Exemplaren in der grossen und kleinen Iser, kalten Bergflüssen des Riesengebirges. Später traf Barrois (7) dieselbe Form wiederholt in schäumenden, steinigen Bergbächen der Azoren, deren Temperatur 14,5 bis 15,5° C. betrug. In den wärmeren Kraterseen fehlte die Wassermilbe vollkommen. Sie steigt auf den Azoren vom Meeresspiegel an bis zu 800 m. Höhe. Wie das zarte, gegen jede Temperaturerhöhung so empfindliche Thier auf die Azoren gelangt ist, bleibt einstweilen eine offene Frage, die auch von Jules de Guerne in einer note additionnelle zu seiner schönen Schrift über die niedere Thierwelt jener Inselgruppe nicht beantwortet wird (27).

Das Material von Partnun und Tilisuna enthielt nun nach der gütigen Mittheilung von Könike, einzelne Exemplare von *Sperchon,* so dass die kalten Hochgebirgsseen des Rhätikon als dritter Fundort der wenig bekannten Hydrachnide zu verzeichnen sind.

Lebertia tau-insignitus, Lebert, belebt besonders häufig den sandigen Seegrund des Südendes, in der Tiefe von einigen Metern. Als regelmässige Uferbewohner müssen noch genannt werden die *Limnaea truncatula, Müll.*, und die seltener sich findende Varietät *L. ventricosa, Moq. Tand.* *L. truncatula* ist bekanntlich die einzige richtige Hochgebirgsform unter den Limnaeiden. Am Stein (1) kennt für sie eine ganze Reihe bündnerischer Standorte; in der Nähe unseres Gebietes speziell die Umgebung von Klosters und einen Brunntrog des Sprecherischen Gutes zu Luzein. Die zwei Pisidien des letzten Jahres wurden diesmal etwas häufiger gesammelt, *Pisidium fossarinum, Cless.*, längs des Ufers, *P. Foreli, Cless.*, gewöhnlich etwas tiefer. Letztere Form zeigte in einzelnen In-

dividuen leichte Anklänge an *P. nitidum, Jenyns.* Die freilebenden Nematoden sind in Partnun durch *Trilobus pellucidus, Bast.*, und durch die von Bütschli beschriebene Monhystera crassa (15) vertreten. Erstere Form ist ein gewöhnlicher, sich lebhaft bewegender Bewohner des süssen Wassers (15, 19). Von den halbparasitischen Fadenwürmern fanden wir ein schönes Exemplar von *Gordius aquaticus, Duj.*, der nach Villot in ganz Europa und wohl auch in Nordamerika zu Hause ist (91). Die verschiedensten Tiefen des Sees bewohnt *Mermis aquatilis, Duj.*, die einzige Wasserform dieser Gattung. Im Genfersee kennt sie Bugnion (13) aus Tiefen von 2 bis 80 m. An Dipterenlarven, die sehr wahrscheinlich eine Rolle als Wirthe der jungen *Mermis* spielen, ist bekanntlich in Partnun kein Mangel. Einer schriftlichen Mittheilung von Zacharias entnehme ich, dass *M. aquatilis* auch in den Seen des Riesengebirges vorkommt, deren Fauna mit der Thierwelt der Rhätikongewässer überhaupt mehr als eine Aehnlichkeit aufweist.

Wie dort findet sich auch in Partnun sehr häufig die dunkle *Planaria alpina, Dana, (Pl. abscissa Jjima)*, und beide weit von einander abliegenden Lokalitäten haben den eigenthümlichen *Monotus lacustris, Zach.*, gemeinsam. Ueber faunistische und biologische Eigenthümlichkeiten beider Turbellarien soll weiter unten gehandelt werden. *Planaria alpina* sucht Schutz unter den Steinen des Ufers, wo sie oft massenhaft vorkommt, hin und wieder begleitet von der *Planaria subtentaculata, Dug.*, während *Monotus* hauptsächlich die grüne Algenwiese des nördlichen Seeabschnittes aufsucht. Er findet dort die Gesellschaft verschiedener anderer rhabdocoeler Turbellarien, die leider noch nicht definitiv bestimmt werden konnten. Häufig ist besonders ein grünlich gefärbtes

Mesostoma, Dug. Aber auch zahlreichen Vertretern anderer Thiergruppen, die uns im Sommer 1889 vollkommen entgangen waren, begegnet man in den Algenmassen. Neben *Macrobiotus macronyx, Duj.*, nach Plate (78) der einzigen Süsswasserform unter den Tardigraden, finden dort hauptsächlich Rotatorien zusagenden Aufenthalt. Es sind speziell die Formen *Euchlanis dilatata, Ehrb.*, *Eosphaera elongata, Ehrb.*, *Notommata aurita, Ehrb.* und *Monocerca bicornis, Ehrb.*, die sich in jenem Seeende wohl befinden. In dem Werk von Ehrenberg (22), wie auch in der schönen Arbeit von Hudson und Gosse (40) werden diese vier Arten als weitverbreitet und nicht selten bezeichnet. Sie scheinen recht resistenzfähig zu sein und sich so als Gebirgsbewohner gut zu eignen. *Eosphaera digitata, Ehrb.*, die wir in Tilisuna fanden, geht in Sibirien bis nach Tobolsk, *Euchlanis dilatata* fand Ehrenberg (22) bei Danzig und Berlin zu allen Jahreszeiten, auch im Winter unter dem Eise zwischen Conferven und Lemna. *Notommata aurita* kennt derselbe Forscher als sehr gemein in England, bei Kopenhagen und Berlin, zwischen Conferven und Meerlinsen, besonders häufig im März und April, auch im Februar unter dem Eise. Dieselbe Art bewohnt übrigens auch den sehr kalten Brunnen vor dem Gasthaus zur Sulzfluh auf der Partnuneralp.

Doch damit ist der Reichthum des Sees von Partnun an Rotatorien noch nicht erschöpft. Seine Oberfläche ist besonders Nachts belebt von zahlreichen Individuen der weit verbreiteten, eigenthümlich gestalteten Arten *Anurea cochlearis, Gosse,* und *Notholca longispina, Kellicott.* In ihrer Gesellschaft tummeln sich nächtlich unzählbare Schaaren der *Daphnia longispina, Leydig*, des *Cyclops strenuus, Fisch.*, und des *Diaptomus baccillifer, Kölbel.* Alle diese pelagischen Crustaceen waren nur theilweise ge-

schlechtsreif; vom *Diaptomus,* der sich durch schöne rothe Färbung auszeichnete, zeigten sich besonders wenig vollkommen reife Weibchen und Männchen und auch die Cyclopiden waren, nach der gütigen Mittheilung von Poppe fast nur jugendliche, vor der letzten Häutung stehende Exemplare. *Daphnia longispina* machte die Grosszahl der pelagischen Heerschaaren aus, ihre Weibchen trugen zum Theil bereits Wintereier. Auch *Dinobryon sertularia, Ehrb.*, stellt sich in dieser schwimmenden und schwebenden Thierwelt von Partnun ein, die so nach Arten ziemlich mannigfaltig, nach Individuen ausserordentlich reich ausfällt. Nach wenigen Zügen bildete sich im Grunde des feinen Netzes eine gelatinöse, nur aus pelagischen Organismen bestehende Masse.

Nach der übereinstimmenden Ansicht von Poppe und Richard, die die Güte hatten das Copepodenmaterial aus den Rhätikonseen anzusehen, ist der Partnuner *Diaptomus,* den wir auch im Lünersee wiederfinden werden, *D. baccillifer, Kölbel.* Der Fortsatz am drittletzten Glied der weiblichen ersten Antenne sei, so schreibt Poppe, bei den Rhätikonexemplaren etwas kürzer, als bei den typischen Individuen von *D. baccillifer.* Doch variirt dieser Fortsatz nach der Mittheilung von Richard. An einem männlichen Exemplar von *Diaptomus* fand Poppe eine interessante androgyne Missbildung.

Auf seinen Wunsch erhielt auch O. E. Imhof Copepoden aus dem Rhätikon zugesandt. Er hält die soeben besprochene Form für seinen *Diaptomus alpinus.*

Ufer- und grundbewohnend sind in Partnun zwei Ostracoden: die lebhafte und räuberische *Cypris compressa, Lilljeb.*, und in geringerer Zahl die *Cypris candida, Zenker,* ausgezeichnet durch den schönen Perlmutterglanz der trockenen Schalen. Zenker (99) führt sie als weit-

verbreitete Schlammbewohnerin an. In grösster Menge vom Ufer bis in die tieferen Gründe sich wagend, treibt sich der Kosmopolit *Chydorus sphaericus, O. F. Müll.*, herum, häufig begleitet vom verwandten *Lynceus rostratus, Lilljeb.* Letztere Art ist 1889 unrichtig als *Lynceus quadrangularis, O. F. Müll.*, bezeichnet worden. Als Dritten im Bunde muss man den hübschen nur in wenigen Exemplaren erbeuteten *Acroperus leucocephalus, Koch,* anführen. An anderen Lokalitäten ist letztere Form durchaus nicht selten. Fischer fand ihn sehr häufig in Russland, Leydig (58) massenhaft im Bodensee. In der Normandie gehört *Acroperus leucocephalus* nach Moniez (62) mit *Cypris candida, C. compressa, Anurea cochlearis, Daphnia pulex, D. longispina* und *Chydorus sphaericus* zu den gemeinsten Bewohnern des süssen Wassers. Dieselbe Thiergesellschaft ungefähr, vermehrt durch die Gegenwart von *Niphargus puteanus, Koch,* belebt auch die Gewässer der Umgebung von Lille (61). In Deutschland wurde *Acroperus* z. B. von Zacharias (94) in den Seen des Riesengebirges gefunden.

Die Anneliden sind im See von Partnun nicht selten. Die beiden weithin bekannten Schlammbewohner (38) *Lumbriculus variegatus, O. F. Müll.*, und *Saenuris variegata, Hoffm.*, beleben Ufer und Grund des Wasserbeckens. Eine seltener hier wie in Tilisuna vorkommende *Lumbriculus*art konnte nicht näher bestimmt werden. Vereinzelte Exemplare von *Bythonomus Lemani, Grube,* scheinen alle Tiefen des Sees zu bewohnen. Besonders bezeichnend aber ist der Umstand, dass in Partnun, wie in allen untersuchten Rhätikonseen, *Saenuris velutina, Grube,* ein typischer Bewohner der tiefen und tiefsten Schichten der subalpinen Seen, in grosser Zahl das Ufer bevölkert.

Von Infusorien wurden wiederum nur festsitzende Arten bestimmt. *Vorticella microstoma, Ehrb.*, überzog

häufig die verschiedenen Chironomuslarven; *Opercularia nutans, Ehrb.*, war ausserdem auch auf Hydrachniden angesiedelt, während *Cothurniopsis vaga, Schrk.*, sich mehr vereinzelt von *Lynceus rostratus* umhertragen liess und einzelne Exemplare von *Cyclops strenuus* mit einer nicht näher bestimmbaren Art von *Cothurnia* behaftet waren.

Die Zahl der im Sommer 1890 im Partnunersee aufgefundenen Thierarten beträgt 65, während im Vorjahr kaum die Hälfte, nämlich 32 Formen erbeutet wurden. Von diesen 32 wurden 1890 neun mit Sicherheit nicht mehr nachgewiesen. Für das kleine im Felskessel zwischen Sulzfluh und Scheienfluh liegende Wasserbecken sind also über 70 Arten thierischer Bewohner bekannt. Und noch dürfte die Liste nicht erschöpft sein; Untersuchungen zu verschiedenen Jahreszeiten werden wohl auch kleine Abweichungen in der Zusammensetzung der Fauna ergeben. Von Seite der Protozoen, Rotatorien und rhabdocoelen Turbellarien ist noch manche Bereicherung zu erwarten.

Die Individuenzahl vieler vorkommender Arten ist eine sehr bedeutende. Von grösseren Gruppen, die in anderen Rhätikonseeen vertreten sind, fehlen in Partnun vorläufig ganz: Amoebina, Helioza, Archhydrae, Hirudinei, Amphipoda, Neuroptera, Bryozoa. Nur schwach angedeutet sind die Käfer, während die übrigen Insekten, sämmtliche Wurmgruppen, die Entomostraken und Infusorien sich einer verhältnissmässig reichen Vertretung erfreuen.

Die genaue Höhenlage des Sees von Tilisuna beträgt 2102 m., seine Länge etwas über 300, die Breite circa 150 m. Das Seebecken hat sich, wie dasjenige von Partnun, im Herbst 1889 Ende Oktober oder spätestens in

den ersten Tagen November geschlossen und im Frühjahr 1890 ganz ausnahmsweise früh, nämlich schon Ende Mai, wieder geöffnet. Meist wird der Seespiegel erst Ende Juni von seiner Eisdecke befreit und noch im Juli schwimmen oft Eisstücke auf ihm herum. Das späte Auffrieren gegenüber dem Partnunersee erklärt sich durch den Umstand, dass auf dem gefrorenen See von Tilisuna gewaltige Schneemassen zusammengeweht werden. Nach der Mächtigkeit dieser Schneemassen richtet sich die Epoche des Auffrierens, die nach dem schneearmen Winter von 1889/90 verhältnissmässig früh eintrat. Am 24. Juli betrug die Temperatur des Sees an verschiedenen Stellen 10 bis 12° C., während sie am 31. Juli und 1. August bereits auf 13 bis 15° angestiegen war.

Die Zuflüsse, deren der See besonders von Süden her drei stärkere erhält, zeigten 14 und 15° C., die Lufttemperatur gieng von 14 bis 17,5° C. Die Wärme des Wassers übertraf also wiederum die im Partnunersee constatirte und war viel bedeutender als letztes Jahr. Der See von Tilisuna durchwärmt sich rasch und leicht, ein Umstand, der wie die Wärmedifferenz zwischen Partnun und Tilisuna seine Erklärung in der im letzten Bericht (100) geschilderten topographischen Lage beider Lokalitäten findet. Diesem Bericht wäre etwa noch beizufügen, dass ein grosser Theil des Südufers, dort wo die Zuflüsse sich in den See ergiessen, wegen sumpfiger Beschaffenheit unzugänglich ist. Im nördlichen Theil ist das Wasser reichlich mit Characeen durchwachsen. Die Bevölkerung des Sees setzt sich aus ziemlich zahlreichen Arten zusammen, von denen aber nur wenige in bedeutender Individuenfülle auftreten. Eine starke Uebereinstimmung mit der Fauna von Partnun lässt sich nicht leugnen, indem nicht weniger als vierzig Formen

beiden Lokalitäten gemeinsam sind. Im Gegensatz zum relativ thierarmen See bieten seine sonnigen Zuflüsse zahlreichen Planarien und einem Heer von Insektenlarven, die rasch fliessendes Wasser lieben, passende Unterkunft.

Die Wirbelthiere finden in Tilisuna eine an Individuen reiche Vertretung in *Rana temporaria, L.*, *Cottus gobio, L.*, und *Phoxinus laevis, Ag.* Mit der vielfach importirten Forelle gehen die beiden ebengenannten Fische in der Schweiz am höchsten ins Gebirge. Nach Fatio (23) kommen sie zwischen 2200 und 2500 m. noch allein vor. Von *Fredericella sultana, Gerv.*, die wir in der zweiten Hälfte August 1889 in so üppiger Entwicklung den See durchwachsen sahen und bei der damals die Statoblastenbildung in vollem Gange war, trafen wir bei unserem Besuche im Juli 1890 nur die ersten schwachen Anlagen der Stöckchen. Am ersten August war die Kolonienbildung schon wesentlich weiter geschritten. Offenbar geht die Bryozoenentwicklung im Hochgebirgssee sehr rasch vor sich. Spät baut sich aus den Statoblasten der Thierstock auf, der sehr bald die definitive Form annimmt, um früh wieder die Dauerstadien zu bilden, die nun ein langes latentes Leben führen. Am häufigsten leben unter dem Ufergeröll des Sees noch gewisse Anneliden; es sind *Saenuris velutina, Grube, Bythonomus Lemani, Grube, Lumbriculus variegatus, O. F. Müll.*, und selten der auch in Partnun gefundene, unbestimmbare *Lumbriculus. Planaria subtentaculata, Dug.*, und *Pl. alpina Dana* vertreten auch hier die dendrocoelen Turbellarien. Besonders letztere ist im See und den Zuflüssen massenhaft verbreitet. Wir fanden sie überhaupt in allen Bächen, Tümpeln und Seen des Rhätikon, je nach der Färbung des Untergrunds in weisser, brauner, grauer, schwarzer Varietät. Die jungen Thiere zeichneten sich im Allgemeinen durch

hellere Farbe und schwache Entwicklung der Augenflecke aus. Von rhabdocoelen Formen erkannten wir nur ein *Mesostoma, spec., Dug.* Es dürfte ihre Zahl übrigens bedeutender sein, haben doch diese Thiere nach Zacharias (95) gerade in Hochseen eine reiche Vertretung.

Mermis aquatilis, Duj., kommt mässig häufig vor; neben ihr lebt vereinzelt im Sand *Trilobus gracilis, Btschli.*, eine Form, die nach den Kennern freilebender Nematoden, Bastian, De Man und Bütschli (9, 15, 19) im Schlamm fliessender und stehender, süsser und brakischer Gewässer nicht selten ist. Schwach vertreten sind in Tilisuna die Rotatorien; neben der *Euchlanis dilatata, Ehrb.*, konnte einzig noch *Eosphaera digitata, Ehrb.*, nachgewiesen werden.

Auch in Tilisuna lebt vereinzelt der seltene *Sperchon glandulosus, Könike,* begleitet von der für unsere Hochseen geradezu typischen *Lebertia tau-insignitus, Lebert.* Besonderes Interesse verdienen, nach einer gütigen Mittheilung von Könike, sechsfüssige Hydrachnidenlarven, die in Tilisuna und am Lünersee an einer Phryganidenlarve schmarotzend aufgefunden wurden. Junge Wassermilben sind bis jetzt als Parasiten nur an Wasserkäfern, Hemipteren und Mückenlarven *(Chironomus)* nachgewiesen worden. Leider können nach dem heutigen Stand unserer Kenntniss der Hydrachnidenentwicklungsgeschichte die sechsfüssigen Larven nicht bestimmt werden. Ein Exemplar von *Trombidium plancum, C. L. Koch,* das sich mit unter dem Material vom Tilisunasee befand, ist wohl nur zufällig ins Wasser und nahe dem Ufer in's Netz gerathen. Als Fundort werden für diese Form feuchte Bergwiesen angegeben. Solche Funde sind übrigens nicht vereinzelt. Moniez (66) traf zwei Arten von Land-

acariden in sicilianischen Gewässern und *Trombidium fuscum* in Brunnen von Helgoland und England.

Die pelagische Thierwelt ist in Tilisuna nur schwach entwickelt. Ihre Arten- und Individuenzahl scheint gering zu sein.

Nach dem Ergebniss unserer nächtlichen Netzzüge war sie im Juli und August nur zusammengesetzt aus *Dinobryon sertubaria, Ehrb.*, wenigen ganz jungen Exemplaren von *Daphnia longispina, Leyd.*, und zahlreicheren ebenfalls noch unreifen *Cyclops strenuus, Fisch.* Aus dem vielgestaltigen Heer der Entomostraken bewohnen Ufer und Grund des Sees von Tilisuna die wohlbekannten *Lynceus rostratus, Lilljeb.*, *Chydorus sphaericus, O. F. Müll.*, und *Cypris compressa, Lilljeb.*, alle nur in mässiger Zahl. Dazu kommt in der Tiefe des Sees verhältnissmässig häufig die sonst seltene *Macrothrix laticornis, Lilljeb.* Poppe (79) kennt diese Form als ziemlich seltene Bewohnerin des Grundes klarer Gewässer im nordwestlichen Deutschland; auch in Frankreich kommt sie nach Moniez (62) und Richard (81) nur in spärlicher Zahl an vereinzelten Lokalitäten vor. Eine verwandte Art, *M. hirsuticornis,* bewohnt den Silsersee im Oberengadin. Jurine citirt unsere Form aus der Umgebung von Genf, Fischer von Zarskoje-Selo, Lilljeborg (59) aus Skandinavien, während Leydig (58) sie nicht aus eigener Anschauung kennt. *Macrobiotus macronyx, Duj.*, ist in den Charamassen von Tilisuna nicht selten.

Genau dieselben Orthopteren wie in Partnun beleben auch die Bäche und theilweise den See von Tilisuna. Es sind *Nemura variegata, Oliv.*, *N. nitida, Pictet, Perla alpina, Pictet, Capnia nigra, Pictet, Heptagenia longicauda, Vayss.*, und *Chloë Rhodani, Pictet (?).* Mit Partnun gemeinsam ist auch *Rhyacophila vulgaris, Pictet,* die Kolenati (54) als „arctica et alpina" bezeichnet und die in

fast ganz Europa sehr häufig sein soll. Die Hochthäler scheint sie mit Vorliebe aufzusuchen (72). Zwei Phryganeenlarven mit Steingehäusen, *P. pilosa, Oliv.*, und *P. mixta, Pictet*, finden in den klaren, raschfliessenden Bächen von Tilisuna, und wohl auch am Seeufer, passendes Material zum Röhrenbau. Da sie erst im Juli auszuschlüpfen pflegen, ist eine weitere Bedingung zu ihrem Gedeihen im Hochgebirge erfüllt (72). Ausser *Chironomus plumosus*, *L.*, fanden sich im Tilisunersee noch fünf andere Larvenarten desselben Genus, die zusammen mit zwei Larven von *Tanypus*, einer von *Tipula* und einer unbestimmbaren Puppe, die sehr starke Vertretung der Dipteren ausmachen. Eine der Chironomuslarven ist bemerkenswerth durch ihre pelagische Lebensweise und ihre pelagischen Eigenschaften. Neben dem *Pisidium fossarimun, Cless.*, beherbergt der See von Tilisuna *P. nitidum* in der Varietät *lacustris*, *Cless.*, sowie *P. ovatum, Cless.*, das letztes Jahr von uns, zum ersten Mal für die Schweiz, wie Suter-Naef mittheilt, im See von Garschina gefunden wurde. Aus der Klasse der Schnecken fanden wir nur *Limnaea truncatula, Müll.*, und auch diese selten. Vom nicht gewöhnlichen *Hydroporus piceus, Heer*, (34) wurden nur wenige Exemplare erbeutet. Endlich seien noch erwähnt die auf anderen Wasserthieren festsitzenden Infusorien: *Opercularia nutans, Ehrb.*, *Vorticella microstoma, Ehrb.*, *Cothurniopsis vaga, Schrk.*

Während wir uns im Jahre 1889 für den See von Tilisuna mit dem Nachweis von nur 17 Thierarten begnügen mussten, hat uns die zweite Excursion an diesen österreichischen Alpensee mit nicht weniger als 54 Arten bekannt gemacht. Nur drei der früher aufgefundenen Arten fielen diesmal nicht mehr in unsere Hände. Trotz des relativen Artenreichthums hat doch das Wasserbecken von Tilisuna den Charakter eines wenig belebten

Sees. Die Individuenzahl ist meist gering, das pelagische Leben nur dürftig entwickelt. Stattlich an Arten und Individuen treten einzig die Insekten auf; die anderen Gruppen stellen allerdings zum Theil noch eine beträchtliche Artenzahl, ohne dass indessen die einzelne Species reich vertreten wäre. Gar nicht nachgewiesen wurden bis jetzt: Amoebina, Heliozoa, Archhydrae, Hirudinei, Amphipoda, Neuroptera, Rhynchota, d. h. mit einer einzigen Ausnahme diejenigen Gruppen, die auch in Partnun fehlen. Die näheren Beziehungen der Thierwelt von Tilisuna zu der vom Lünersee und von Partnun sollen weiter unten besprochen werden.

Ueber das Zu- und Auffrieren des hochgelegenen Sees von Garschina konnten keine zuverlässigen Angaben gesammelt werden, doch soll auch er im Frühjahr 1890 viel früher als gewöhnlich von seiner Eisdecke befreit worden sein. Bei unserem Besuche waren die Quellen und kleinen Bäche, die den See speisen, zum grössten Theil versiegt; auch die Wasseradern der nahe liegenden Berghänge waren meist ausgetrocknet. Trotz tiefer Lufttemperaturen — 8 bis 13° C. — sank die Wasserwärme nie unter 15 bis 16° hinab.

Auf den ersten Blick zeigte sich das Wasserbecken wieder von einer nach Arten vielgestaltigen, nach Individuen überaus reichen Thierwelt belebt. Es entwickelt sich in diesem seichten, schlammigen, sich rasch durchwärmenden Hochalpenteich, der sonnig inmitten grüner Alpweiden liegt, eine eigentliche Teichfauna, die wesentlich von der Thierwelt der Felsenseen von Partnun und Tilisuna abweicht.

Füglich stellen wir als einen der wichtigsten Be-

standtheile der Thierwelt von Garschina die Insekten voraus, da sie in nicht weniger als 26 Arten jenen See beleben.

Während in den andern untersuchten Wasseransammlungen die Käfer zu den grössten Seltenheiten gehören, schwimmen hier munter eine ganze Anzahl von Vertretern der Genera *Colymbetes* und *Hydroporus*. Es wurden von diesen gewandt in grosser Zahl sich tummelnden Insekten gefangen: *Colymbetes congener, Heer, Hydroporus erythrocephalus, Heer, H. nivalis, Heer, H. palustris, Heer, H. nigrita, Heer,* und *H. planus, Heer.*

Colymbetes congener ist ein richtiger Bewohner des Hochgebirges, den Heer im Berglisee, auf der Frugmatt, aus dem Wiedersteinerloch, auf der Alp Prunella im Oberengadin und im Rheinwald kennt (34). Aubé (6) bezeichnet ihn als eine ziemlich gewöhnliche nordeuropäische Art. *Hydroporus palustris* ist in der Schweiz, wie in ganz Europa, gemein; ebenso gehört *H. erythrocephalus* nicht zu den Seltenheiten (6, 34). *H. planus* scheint nach Heer (34) ziemlich hoch in den Jura und die Alpen hinaufzusteigen, während *H. nigrita* nicht gerade häufig die Gräben und Teiche der Ebene bevölkert. Ueber die Verbreitung von *H. nivalis* ist schon im letzten Bericht gesprochen worden. Wir fanden dieselbe Art in einem Brunnen im Gafienthal bei 1742 m. Höhe.

Imhof (47) traf *H. nivalis* noch in kleinen Seen am Piz Corvatsch (2500—2600 m.), begleitet von Phryganidenlarven und einer *Notonecta*. Als höchsten Fundort für Schwimmkäfer bezeichnet derselbe Autor den 2680 m. hoch gelegenen See Furtschellas, wo er *Helochares lividus* konstatirte. Alle die angeführten Käfer nähren sich räuberisch von andern Insekten; ihr Tisch ist in Garschina ein reich besetzter. Sie theilen ihn mit den gewandten ebenfalls vom Raube lebenden Hemipteren.

Ziemlich häufig läuft auf dem Wasser die uns von Partnun her bekannte *Hydrometra thoracica, Schml.*; viel häufiger war in den verschiedensten, besonders jungen Entwicklungsstadien die flinke *Corixa cognata, Fieb.*, die Fieber geradezu als typisch für die Schweizeralpen anführt.

Das Genus *Corixa* bevorzugt überhaupt gebirgige Gegenden (24). Eine nur in jungen Exemplaren seltener auftretende *Notonecta* bin ich geneigt, nicht der *N. lutea, Müll.*, zuzutheilen, wie das letztes Jahr geschehen ist, sondern als unausgefärbte *N. glauca* zu betrachten. Nach einer brieflichen Mittheilung von Killias findet sich dieses Thier auch im Tarasper See und in demjenigen der Lenzer Haide (über 1500 m.)

Zahlreiche gewandt schwimmende Larven von *Sialis lutaria, L.*, vertreten in Garschina die Neuropteren, während die Orthopteren in weit grösserer Formenfülle und ebenso reicher Individuenzahl den See und seine Zuflüsse bewohnen. Hier sind zunächst anzuführen die weithin im Gebirge vorkommenden *Nemura variegata, Oliv.*, *Nemura nitida, Pictet*, *Perla alpina, Pictet*, und *Heptagenia longicauda, Vayss.* Auch die *Chloë Rhodani, Pictet*, fehlt nicht. In der Ebene pflegt sie sich (76) im ersten Frühjahr zum geflügelten Insekt zu entwickeln; im Hochgebirge ist offenbar die Umwandlungszeit bedeutend nach rückwärts verschoben. Von anderen Eintagsfliegen wurden zwei sehr jugendliche Larvenformen gefangen. Die nahe dem Uferrand im Wasser liegenden Schieferplatten bieten all' diesen Ephemeriden schützende Verstecke, von denen aus sie das klare Wasser durchschwärmen können, um auf Raub auszugehen.

Der See von Garschina giebt Köcherfliegen, die mineralische oder vegetabilische Bestandtheile zum Gehäusebau verwenden, passende Herberge. Erstere sind

durch den *Goniotaulius flavus, Klti,* repräsentirt, der in stillem, wenig tiefem Wasser sich wohl befindet und von Pictet (72) auch auf dem Gipfel des Salève gesammelt wurde. Die Verwandlung erfolgt für diese Art im Juni. Treffliche Existenzbedingungen findet in Garschina die *Trichostegia variegata, Klti. (Phryganea varia, Pictet.)*

Die Pflanzentrümmer des Ufers bieten ihr reichen Stoff zum Aufbau ihrer regelmässigen, schönen Gehäuse; die späte Flugzeit — im August — sichert ihr Fortkommen auch im Hochalpensee. Ende Juli und Anfangs August war der See von Garschina von ihren ausgewachsenen Larven und in die Röhren eingeschlossenen Nymphen zum Theil förmlich erfüllt; Mitte August 1889 fanden wir vereinzelt ihre leeren Köcher, häufiger ihren Laich und ihre mit dem ersten Gehäusebau beschäftigten ganz jungen Larven.

Selbstverständlich fehlen auch nicht zahlreiche, verschieden lebende Dipterenlarven. *Chironomus plumosus, L.*, nebst zwei anderen Arten desselben Genus und je einer Form von *Tanypus* und von *Corethra* besiedeln Ufer und Grund des Sees, während eine weitere *Chironomus*art, die auch in Tilisuna und im Lünersee vorkommt, mit den Nymphen von *Corethra plumicornis, Fabr.*, sich pelagisch herumtreibt.

Das übrige pelagische Leben setzte sich zusammen aus zahlreichen Kolonien von *Dinobryon sertularia, Ehrb.*, nicht gerade häufigen, meist jugendlichen Exemplaren von *Daphnia longispina, Leyd.*, vielen, ebenfalls zum grössten Theil unreifen *Cyclops strenuus, Fisch.*, und einer schönen Art von *Diaptomus,* die sich in ganzen Schwärmen an der Oberfläche tummelte, nach dem übereinstimmenden Urtheil von Poppe, Richard und Imhof aber leider nicht bestimmt werden kann, da geschlechtsreife Exemplare durchaus fehlten. Dazu kommt noch in grosser

Menge, meist reife Eier tragend, das pelagische Räderthierchen *Anurea cochlearis*, *Gosse*. So erschien das kleine Wasserbecken von Garschina, das kaum mehr als den Namen Teich verdient, von einer relativ reichen freischwimmenden Thierwelt belebt.

Der *Diaptomus* von Garschina, wie auch *D. baccillifer*, *Koelbel*, von Partnun und vom Lünersee, wies die schöne lebhaft rothe Farbe auf, die die Copepoden des Hochgebirges und der tiefen Süsswasserschichten oft auszeichnet. Blanchard (10) fand in Alpenseen von 1800—2500 m. Höhe, in der Nähe von Briançon, im seichten Uferwasser so zahlreiche rothe Diaptomiden, dass sie einen vollkommenen Carmingürtel um den Wasserspiegel bildeten. *D. baccillifer* spielte dabei eine Hauptrolle. Das Pigment ist nach dem eben angeführten Forscher eine Art von Carotin, d. h. eine Substanz, die in den Phanerogamen und Farrenkräutern regelmässig vorkommt.

Wie es Vernet (90) für Gebirgsformen schon festgestellt hat, erschien mir der *Cyclops strenuus*, *Fisch.*, des Rhätikon etwas kleiner und schmächtiger als die Individuen der Ebene. Vernet schreibt diese Thatsache dem Nahrungsmangel in den kleinen, raschfliessenden und wenig organische Substanz enthaltenden Bergbächen zu.

Als richtige Teichbewohner sind von Garschina Clepsinen und Gammariden anzuführen. Erstere gehören den Arten *Cl. bioculata*, *Sav.*, und besonders *Cl. complanata*, *Sav.*, an, nicht der *Cl. marginata*, *Sav.*, wie letztes Jahr aus Versehen geschrieben wurde. Sie halten sich in grosser Menge unter den wenigen Schieferplatten des Ufers auf. Mit ihrem Leibe überdeckten sie Eimassen oder eine zahlreiche Brut.

Der *Gammarus* unseres Alpensees ist sicher zu *G. pulex*, *Degeer*, zu zählen, wenn auch Hosius (39) als

ausschliesslichen Aufenthaltsort dieser Art starkfliessende, nicht sehr tiefe, oft nur einen Zoll haltende Bäche anführt. Er ist begleitet von der *Callidina parasitica, Gigl.*, die nach den Angaben von Hudson und Gosse (40) übrigens auch an *Asellus aquaticus* parasitirt. Als weiterer Vertreter der Rotatorien fand sich *Notommata aurita, Ehrb.* Längs des Ufers konnten als Schlammbewohner meist in grosser Individuenzahl gesammelt werden: *Saenuris velutina, Grube, S. variegata, Hoffm., Lumbriculus variegatus, O. F. Müll., Mermis aquatilis, Duj., Dorylaimus stagnalis, Duj.* und *Trilobus pellucidus, Bast.* Häufiger in den naheliegenden Bächen, unter dem Geröll versteckt, als im See, der weniger gute Wohnung bietet, hält sich *Planaria alpina, Dan.*, gemäss der dunkeln Schieferunterlage in fast schwarzer Varietät. Auf den See selbst beschränkt ist dagegen das auch an den andern Lokalitäten von uns angetroffene *Mesostoma.* Ebenso weit im Rhätikon verbreitet sind die in Garschina nicht seltenen *Macrobiotus macronyx, Duj.*, die *Lebertia tau-insignitus, Lebert*, und von den Entomostraken *Cypris compressa, Lilljeb.*, und *Lynceus rostratus, Lilljeb.*

Die Molluskenvertretung weicht nicht wesentlich von der der übrigen Rhätikonseen ab: *Limnaea truncatula, Müll.*, und *L. ventricosa, Moq. Tand.*, für die Schnecken, und *Pisidium nitidum, Jenyns,* in seiner reinen Form und in der Varietät *lacustris, Cless.*, für die Muscheln.

Auch hier stossen wir wieder auf die beiden hoch in's Gebirge steigenden Fische, *Phoxinus laevis, Ag.*, und *Cottus gobio, L.*, beide in bedeutender Individuenzahl. Die Kaulquappen von *Rana temporaria, L.*, belebten in verschiedenen Entwicklungsstadien schwarmweise den See. *Triton alpestris, Laur.*, in jungen und jüngsten Exemplaren, war keine seltene Erscheinung.

Von Protozoen fand sich im Schlamme des Grundes

Difflugia pyriformis, Perty, auf anderen Wasserbewohnern — Krebsen, Insekten, Hydrachniden — festgewachsen *Epistylis plicatilis, Ehrb., Opercularia nutans, Ehrb., Vorticella microstoma, Ehrb.,* und *Cothurniopsis vaga, Schrk.*

Die Fauna von Garschina ist ausgezeichnet durch reiche Arten- und besonders Individuenvertretung. Der charakteristische Stempel wird ihr aufgedrückt durch das blühende Insektenleben, das alle wasserbewohnenden Abtheilungen jenes Thierstammes in sich begreift, und durch das Hinzutreten zahlreicher teichbewohnender Amoeben, Hirudineen, Amphipoden, Neuropteren und Coleopteren. Der schlammige Untergrund des Sees wird günstig auf reiche Individuenentwicklung von Nematoden und Anneliden wirken, während er gleichzeitig die festsitzenden Hydren und Bryozoen ausschliesst.

Die Gesammtzahl der 1890 in Garschina gefundenen Arten beträgt 61 — 1889: 39. Sie bleibt um etwas hinter derjenigen von Partnun — 65 — zurück. Doch ist zu bemerken, dass auf die Durchsuchung des Partnunersees viel mehr Zeit als auf die Studien in Garschina verwendet worden ist. Etwa acht 1889 gefundene Formen wurden im Sommer 1890 nicht angetroffen. Hält man alles zusammen, so ergiebt sich für den hochgelegenen See von Garschina ungefähr derselbe Artenreichthum und eine reichere Individuenvertretung, als für den viel tieferliegenden See von Partnun.

Im Gebiete der Sulzfluh wurde im Sommer 1890 auch damit begonnen, den thierischen Bewohnern kleinerer stehender Wasseransammlungen, Tümpel, Brunntröge etc., und speciell der zahlreichen schäumenden und rasch fliessenden Bergbäche nachzuspüren. Es durfte

gehofft werden, so nach und nach ein richtigeres Bild von der Verbreitung und speciell auch der oberen Grenze mancher seebewohnender Arten zu gewinnen und vielleicht auch über die Herkunft gewisser Elemente der Bevölkerung der Rhätikonseen Aufschluss zu erhalten. In der That scheinen manche in den Seen lebende Thiere, speciell Insektenlarven, vielleicht auch gewisse Hydrachniden und Planarien, ihre wirkliche Heimath in den Wasseradern zu haben, die die Abhänge der Berge durchfurchen. Sie würden den Seen nur passiv und zufällig zugeführt. Vielleicht lassen sich auch Arten feststellen, die wohl im schäumenden Bergbach ihr Leben fristen können — wie der *Sperchon glandulosus, Könike*, der Azoren —, in den See geschwemmt aber nicht im Stande sind, sich den neuen Lebensbedingungen anzupassen.

Die Nachforschungen über den Zusammenhang und die Verbreitung der Fauna der verschiedenartigen Gewässer des Rhätikon, der stehenden und der fliessenden, hat erst begonnen; die wenigen Resultate aber, die gewonnen worden sind, muntern unbedingt zu einer systematischen Fortsetzung der Arbeit auch in dieser Hinsicht auf.

Auf einiges ist schon hingewiesen worden: auf den Reichthum der meisten Seezuflüsse an verschiedenartigen Insektenlarven, auf die weite Verbreitung der *Planaria alpina, Dana*, auch im fliessenden Wasser. In Brunnen im Gafienthal (1742 m.) lebte *Phryganea pilosa, Oliv.*, neben *Hydroporus nivalis, Heer*, in ähnlicher Lokalität am Schollberg (1962 m.) *Phryganea pilosa, Oliv.*, und *Phryganea mixta, Pictet.*

Die kalten Bäche am Plasseckenpass (2250 m.) beherbergten *Planaria alpina, Dana, Nemura variegata, Oliv., Heptagenia longicauda, Vayss., Phryganea pilosa, Oliv.*, und eine unbestimmbare Käferlarve.

Die reichste Fundgrube aber bot der kleine Brunnen vor dem Gasthaus zur Sulzfluh auf der Partnuneralp, dessen Wasser die Temperatur von 6° C. nicht übersteigt. Diese kalte Quelle beherbergte wie 1889 die *Planaria subtentaculata, Dug.*, von der eine Anzahl Exemplare isolirt wurden und sich ungeschlechtlich durch Quertheilung vermehrten. In ihrer Gesellschaft waren *Notommata aurita, Ehrb., Macrobiotus macronyx, Duj.*, nicht näher bestimmbare Dipterenlarven und als interessantester Fund der blinde Amphipode *Niphargus puteanus, Koch.*, in ganz pigmentlosen, durchscheinenden Exemplaren. Dieses eigenthümliche Geschöpf bewohnt lichtlose oder lichtarme Gewässer: tiefe Brunnen und Wasserleitungen, Höhlen und endlich die tieferen Schichten der Süsswasserseen. An solchen Lokalitäten vorkommend, ist es sporadisch über ganz Europa zerstreut. Wir kennen es aus den Höhlen und Grotten von Kärnthen, Schwaben (Falkensteinhöhle), Hessen, Hilgershausen etc., aus Brunnen in der Schweiz (Genf, Neuenburg, Basel), Savoyen, Frankreich, Deutschland, Belgien, England, Helgoland, Sylt, Italien. Forel (25) fand eine Varietät davon in den Tiefen des Genfersees von 30—40 Metern an abwärts. Sie wurde von A. Humbert beschrieben und mit dem Namen *Niphargus puteanus Koch, var. Forelii, Al. H.*, belegt. (Siehe auch Duplessis, 20).

Nach Humbert wäre dieser Tiefsee-Niphargus nicht sowohl von den littoral lebenden Gammariden als vielmehr vom gewöhnlichen *Niphargus puteanus, Koch*, der unterirdischen Gewässer abzuleiten. Die Tiefseeform ist unter ähnlichen Verhältnissen wie im Genfersee seither gefangen worden im Neuenburger-, Vierwaldstätter-, Walen-, Zürcher-, Comer-, Starnberger- und Zirknitzersee, sowie in einigen permanent Wasser führenden Höhlen Kärnthens.

Der Amphipodenkatalog des britischen Museums führt vier Arten von *Niphargus* an (86). De Rougemont (83) sucht zu beweisen, dass sechs bisher beschriebene Formen nur verschiedene Entwicklungsstadien ein und derselben Art seien. Die geographische Verbreitung von *Niphargus* scheint ihm nicht mit derjenigen von *Gammarus pulex* und *G. fluviatilis* zusammen zu fallen; ein genetischer Zusammenhang zwischen den gewöhnlichen Flohkrebsen und dem *Niphargus* sei also unwahrscheinlich. Moniez (69) dagegen hält für seine unterirdischen Gammariden Nordfrankreichs an einem genetischen Band mit den oberirdischen fest.

Für uns erhebt sich die Frage: wie kommt der *Niphargus puteanus* in den Brunnen von Partnun? Der Abschnitt des Rhätikon vom Cavelljoch bis zum Plassekenpass besteht nach Mojsisovics (70) der Hauptmasse nach aus Kreidekalk; Theobald allerdings (100) nimmt ihn als triasitische und liasitische Bildung in Anspruch. Dieses ganze Kalkgebirge ist reichlich von Höhlen und Gängen durchsetzt, die sich bald zu schmalen Stollen verengern, bald zu hohen Hallen erweitern. Viele davon sind wasserführend. Bäche und Quellen versinken oben, hoch am Berge, in trichterförmige Oeffnungen, wie das an der Plassecken sehr schön beobachtet werden kann, um am Fusse der Felsen wieder hervorzusprudeln. Eine grosse wasserhaltende Höhle liegt im Westtheil der mächtigen Drusenfluh (siehe Ed. Imhof, 41); die Höhlen der Sulzfluh bilden ein ganzes System. Sie sind zum Theil schon längst touristisch bekannt worden (77). Im Allgemeinen sind sie als Verwitterungs- und Auswaschungsarbeit früherer Gletscherbäche anzusehen; sie liegen in einer Höhe von 2200 bis 2300 m. Eine derselben, die Seehöhle, umschliesst eine kleine Wasseransammlung, deren Niveau nicht unbedeutenden Schwankungen unter-

worfen ist. Die Wassertemperatur soll dort ziemlich konstant 2⁰ R. betragen. Auch die benachbarte Scheienfluh, an deren Abhang eben die Partnunerquelle liegt, ist durchzogen von Höhlen und Gängen, die zum guten Theil noch heute von Wasser durchrieselt werden. So liegt denn die Vermuthung nahe, dass jene unterirdischen Lokalitäten eine specielle Thierwelt beherbergen, von der einzelne Vertreter, wie die im Partnunerbrunnen, durch die Quellen zufällig zu Tage gefördert werden. Dass die Brunnenplanarien von Partnun ebenfalls zum Theil blind sind, lässt die Annahme von der Existenz einer specifischen Thierwelt der Hochgebirgshöhlen im Rhätikon nur noch gerechtfertigter erscheinen. Die nächste Excursion soll auch über diesen Punkt mehr Licht verbreiten.

Gammarus pulex oder *fluviatilis*, von denen der *Niphargus* abstammen könnte, wurde in jener Gegend nicht gefunden. Der nächste Fundort für *G. pulex* ist der See von Garschina, der hoch oben am Kühnihorn ganz auf der anderen Thalseite liegt.

Am Nordhang der Scesaplana, in einer Gegend von wilder und ernster Schönheit, baar des Baumschmuckes, liegt in einer Höhe von 1943 m. die Perle des vorarlbergischen Landes, der Lünersee. Der Wanderer, der von Bludenz südwärts durch das an landschaftlichen Reizen reiche Branderthal hinansteigt, gelangt nach mehrstündigem Marsche, der ihn mitten in die Hochgebirgswelt versetzt hat, vor eine etwa 500 m. hohe Felsschwelle, den „bösen Tritt“. Ist auch diese erklommen und ihr oberster Rand, der passend den Namen Seebord erhalten hat, erreicht, so bietet sich ein unerwartetes Bild dar.

Zu den Füssen dehnt sich ein weites Wasserbecken von in solcher Höhe ungewohnten Dimensionen aus. Hat doch der Lünersee etwa einen Quadratkilometer Oberfläche. In seinen blauen Fluthen spiegelt sich die Schneekuppe der Scesaplana wieder. Im Norden und Nordosten fallen ungemein steil hohe Dolomitfelsen zum Wasserspiegel nieder, der westlich und südwestlich Trümmer- und Geröllhalden bespült. Südlich reicht die grüne, sanft gewellte Fläche der Lüneralp bis zum Seespiegel. Im Hintergrund ragen empor blasse Kreidekalkklippen, in phantastisch verwitterter Form, die die Hauptkette des Rhätikon zwischen Cavelljoch und Schweizerthor bilden.

Seiner geologischen Lage nach gehört der Lünersee vollkommen der Trias an, die hier vom Vorarlberg aus weit hineingreift bis gegen die Hauptkette des Rhätikon. Das Seebord ist grauer, klüftiger Dolomit; ebenso bildet Dolomit das Nordostufer, während mehr nach Süden Arlbergkalk auftritt.

Ist der Lünersee horizontal ungewöhnlich ausgedehnt, so überschreitet auch seine Tiefe bei weitem das für Alpenseen gewöhnliche Mass. Er wird von Süden nach Norden schreitend allmählig aber stetig tiefer, um das Tiefenmaximum unweit des Seebordes mit 102 m. zu erreichen. Der Entstehung nach soll der Lünersee, nach der Arbeit von Löwl (60), der wir hier folgen, aus zwei grundverschiedenen Theilen, einem nördlichen und einem südlichen bestehen. Aeusserlich ist die Grenze zwischen beiden gekennzeichnet durch den Kreuzbichel, einen am Westufer in den See vorspringenden Sporn, hinter dem die Douglashütte, während mehreren Tagen unser gastliches Obdach, liegt.

Der Nordtheil verdankte seinen Ursprung einem Einsturz, bedingt durch die Auflösung und Auswaschung

eines tiefliegenden Gypslagers, das hoch oben am Rellsthalsattel senkrecht ansteht, um westwärts unter den Dolomit einzufallen. Die Südost- und Südwestbucht des Sees dagegen muss aller Wahrscheinlichkeit nach in Anspruch genommen werden als das Resultat glacialer Arbeit. Diese Theile wurden gebildet durch die entsprechenden Zuflüsse des ehemaligen Lünergletschers, von denen der eine herabströmte von der Scesaplana, der andere aus der Gegend des Cavelljochs. Im und am Südabschnitt des Sees lässt sich die Gletscherarbeit überall erkennen. Das Felseneiland selbst, das dort dem Wasserspiegel entsteigt, ist nichts als ein plumper Rundhöcker.

Für unsere zoologischen Betrachtungen von höchster Bedeutung sind die eigenthümlichen Abflussverhältnisse und die dadurch bedingten starken Wasserstandsschwankungen des Sees. Es besitzt derselbe keinen oberirdischen Abfluss; die tiefste Kerbe des Seebords liegt immer noch zwölf Meter über dem höchsten Wasserstand. Gegen Norden aber, etwa 50 Meter unterhalb des Seebords, springt der Alvierbach in mächtigem Strahl aus der Wand des bösen Tritts, um in schäumenden Fällen zum Branderthal niederzueilen. Das ist der Abfluss des Lünersees.

Je nachdem nun der unterirdische Weg des Wassers mehr oder weniger geöffnet oder geschlossen ist, füllt sich auch das Seebecken in verschiedenem Masse. Im Sommer 1879 konnte man im Kahn über die Insel hinwegfahren, die im Juli 1887 5,5 m. über das Wasser emporragte. Damals liess sich ein sehr deutlich abgesetzter Strandgürtel von mehr als sieben Metern Höhe nachweisen; zur Zeit unseres letzten Besuches betrug seine Höhe etwa vier Meter.

Nicht weniger als elf Uferlinien können am Strand gezählt werden; von unten nach oben gerechnet ist die

2., 7., 8. und 9. am stärksten ausgeprägt. An den Felsen des Nord- und Nordostufers verwandelt sich die neunte Uferlinie zu einer förmlichen, ein bis zwei Meter breiten Randleiste; offenbar stand also der See längere Zeit in dieser Höhe. Neben den unregelmässig sich folgenden, durch Oeffnung und Verstopfung des Abflusses zu erklärenden Niveauschwankungen ist die Höhe des Seespiegels übrigens auch bedeutenden Saisonveränderungen unterworfen. Im Frühjahr und der ersten Sommerhälfte füllt sich das Wasserbecken mit gewaltigen Mengen von Schmelzwasser, zu dessen Wegleitung der sich gleichbleibende Abflusskanal nicht genügt. Ein Steigen des Wasserspiegels wird die Folge sein. Im August und September versiegen die Zuflüsse mehr und mehr, es wird mehr Wasser abgeleitet als zugeführt; der nahende Winter, der die Quellbäche des Sees zudem noch erstarren macht, trifft einen tiefen Wasserstand an.

Während unseres Aufenthaltes im August wurde der See, abgesehen von kleineren Quellen und Bächen, die übrigens zum Theil fast versiegt waren, von zwei Hauptzuflüssen, einem südwestlichen und einem südöstlichen gespeist. Der südwestliche stammt von der Scesaplana her und führt sehr bedeutende, grobe Geröll- und Geschiebemassen, während der andere, am Cavelljoch und den Kirchlispitzen entspringende, nur kleinere Steinstücke und sehr viel Sand in den See schwemmt. Zwischen der Insel und dem Einfluss des südöstlichen Baches besteht denn der Seegrund auch zu gutem Theil aus Schlamm, untermischt mit feinem Geröll, während er sonst überall von groben Geschiebemassen bedeckt ist, oder von anstehendem Fels gebildet wird. Nur allzuoft kehrte die Dredge leer, oder nur mit wenigen Steinstücken beschwert an die Oberfläche zurück. Sehr spärlich ist der Pflanzenwuchs im See. Ausser grösseren

Massen von Characeen und Ansammlungen von braunen Algen existiren nur geringe Mengen grüner Algen. Diesem Pflanzenmangel muss vielleicht das Misslingen des Versuches zugeschrieben werden, den sonst an Nahrung reichen See mit Saiblingen zu besetzen. Auch die Flora des Ufers ist arm und wenig entwickelt; auf weite Strecken wird sie durch Geröllhalden und Felsen ganz verdrängt. Zudem schiebt sich zwischen den Seespiegel und den mehr oder weniger stark ausfallenden Pflanzenteppich der breite, durchaus nackte Strandgürtel.

Die Temperatur in diesem grossen und tiefen alpinen Wasserbecken scheint, nach den zahlreichen vorgenommenen Messungen, viel weniger zu schwanken als in den kleinen, seichten Wasseransammlungen des Hochgebirges, die sich rasch erwärmen, um sich ebenso rasch wieder abzukühlen. Das Temperaturmaximum betrug 11,75, das Minimum 10° C., während die Luft gleichzeitig 8 bis 14° mass und die Temperaturen der Zuflüsse zwischen 5 bis 11° schwankten.

Der Lünersee schliesst sich selten vor Mitte Oktober; doch kann dieses Ereigniss auch noch viel später eintreten. So fror im Winter 1889 und 1890 der Wasserspiegel erst im December zu. Ende Mai oder Anfangs Juni verschwindet gewöhnlich das Eis, in ungünstigen Jahrgängen kann dieses Datum sehr hinausgeschoben werden. Der Process des Auffrierens geht rasch vor sich und ist in der Regel nach acht Tagen vollkommen vollendet. Von Lawinen und Steinschlägen wird der Lünersee nur wenig heimgesucht. Die Farbe seines Wassers ist, besonders in den tiefen nördlichen Theilen, ein prachtvolles Tiefblau.

Es liess sich in diesem verhältnissmässig offen und sonnig liegenden Wasserbecken, mit seiner bedeutenden horizontalen und vertikalen Ausdehnung und reichen

Gliederung der Küsten eine nicht eben dürftige thierische Lebewelt zum vornherein vermuthen, entgegen einer alten Volkssage, die den Lünersee als todt und thierlos verruft. Die starken Niveauschwankungen allerdings, sowie die ungünstige Grundbeschaffenheit und die ärmliche Flora des Sees und seiner Ufer werden thierisches Leben nicht gerade begünstigen.

Unerwartet spärlich entwickelt ist die rein littorale Thierwelt. Häufig war unter den Steinen des Ufers nur die *Planaria alpina, Dana,* und auch sie nur an gewissen Stellen des Sees. Dafür trat sie in den mannigfaltigsten Farbenvarietäten, fast weiss, grau, braun, röthlich, gelb, schwarz auf. Die Exemplare des Sees waren im allgemeinen heller als die sehr zahlreich in den Zuflüssen sich aufhaltenden. Junge und jüngste Thiere fanden sich in Menge. Eine lebhafte, ungeschlechtliche Vermehrung durch Quertheilung schien stattzufinden. Zählen wir zu dieser Uferbevölkerung noch sehr vereinzelte Exemplare von *Limnaea truncatula, Müll.*, und *Limnaea ventricosa, Moq. Tand.*, vom Ufer und der Insel, seltene Insektenlarven und den sich überall einstellenden *Cottus gobio, L.,* so ist ihr Reichthum bereits erschöpft. In der Nähe des Gestades trieb sich ein Laubfrosch herum, der seine erste Jugend wohl auch in den Fluthen des Sees verlebt haben wird.

Die Armuth der uferbewohnenden Thierwelt erklärt sich wohl am besten durch die bedeutenden Niveauschwankungen des Seespiegels, die die littorale Bevölkerung stets mit Austrocknung bedrohen. Darum finden sich auch die festsitzenden Hydren und Bryozoen, die dem sinkenden Wasserspiegel nicht zu folgen vermögen, hier ausnahmsweise in einer bedeutend tieferen Zone des Sees. Dasselbe gilt von den schwach beweglichen littoralen Würmern.

Nur an einer Stelle des Ufers, wo immer neue Zufuhr von Thieren stattfindet, entwickelt sich reges thierisches Leben: an der Mündung des grossen südöstlichen Quellbaches, in dem im Gegensatz zum südwestlichen Zufluss zahlreiche und verschiedenartige Insektenlarven ihr Leben fristen. Von da aus haben sie sich theilweise auch in den benachbarten Abschnitten des Sees angesiedelt. Wir stossen auf viele alte Bekannte, meist in bedeutender, oft in sehr grosser Individuenzahl. Die Hauptmasse machen aus: *Phryganea mixta, Pictet, Chloë Rhodani, Pictet, (?), Nemura nitida, Pictet, N. variegata, Oliv.*, zwei Larven von *Tanypus*, Puppen und Larven verschiedener *Chironomus*arten. Seltener sind *Capnia nigra, Pictet*, die auch in Partnun gefundenen *Tipula*larven und verschiedene nicht näher zu bestimmende Dipterenpuppen. Die littorale Insektenwelt ist also nur in einem Winkel des Sees nach Individuen gut vertreten, da wo sich der Sand und feines Geschiebe führende Bach, der zudem die grüne und blühende Lüneralpe durchströmt, in das Wasserbecken ergiesst. Hier finden Insektenlarven und ausgewachsene Insekten günstige Nahrungs- und Wohnungsbedingungen; vom Bach aus gelangen sie leicht in den See. Die übrigen Zuflüsse, die grosse Mengen groben und schweren Gerölls herabführen und an ihren Ufern keine Vegetation besitzen, werden den Insekten keine passenden Existenzverhältnisse bieten.

An einer Phryganidenlarve parasitirten die eigenthümlichen, schon früher erwähnten jungen Hydrachniden. Als nur zufällige Bewohner des flüssigen Elements haben wir wohl auch hier die Trombidinen: *Damaeus geniculatus, C. L. Koch*, und *Trombidium, spec., O. F. Müll.*, zu betrachten.

Mit der Armuth des Ufers an thierischen Wesen kontrastirt scharf der Reichthum einer etwas tieferen

Wasserschicht. Sobald wir in Tiefen gelangen, die von den Niveauschwankungen des Wasserspiegels nicht mehr beeinflusst werden, deren Boden nie blossgelegt wird, stellt sich auch reiches thierisches Leben ein, zusammengesetzt zum guten Theil aus Formen, die sonst unmittelbar am Ufer wohnen. Die littorale Fauna ist zu einer sublittoralen geworden, sie hat sich nach unten geflüchtet, ist durch die Schwankungen des Wasserspiegels sozusagen um ein Stockwerk nach unten verrückt worden. Dieser grössere Thierreichthum begann etwa fünf Meter unter dem damaligen Wasserspiegel und verbreitete sich über eine Schicht von etwa zwanzig Metern Tiefe.

Hier erschienen festsitzende Littoralformen, Kolonien von *Fredericella sultana*, *Gerv.*, die man in Tilisuna am Ufer sammeln kann, besonders aber eine prachtvoll rothe Hydra in bedeutender Zahl, die *Hydra rhaetica*, *Aspers.*, wol eine Varietät der bekannten *Hydra fusca*, *L.* Wie in den Engadinerseen, wo er von Asper (4) am Ufer entdeckt wurde, lebt der Polyp auch im Wasserbecken der Scesaplana nur an der Unterfläche der Steine. Das egelartige Kriechen, das Asper auffiel, konnten wir auch beobachten, ebenso das durch Knospung bedingte Entstehen kleiner Thierstöcke. *Hydra rhaetica*, *Asp.*, wurde von Imhof (48) auch im Lago d'Emet (2100 m, am Madesimopass) in Gesellschaft des intensiv ziegelroth oder rothbraun gefärbten *Diaptomus baccillifer*, *Koelbel*, gefunden. Sie scheint ein richtiger Hochgebirgsbewohner zu sein, der auch in pflanzenarmen Wasserbecken sich wohl befindet.

Von anderen Uferbewohnern sind im Lünersee tiefer hinabgezogen *Limnaeus truncatulus*, *Müll.*, *Pisidium nitidum*, *var. lacustris*, *Cless.*, *Dorylaimus stagnalis*, *Duj.*, *Saenuris variegata*, *Hoffm.*, und *Lumbriculus variegatus*, *O. F. Müll.*, während die Tiefenbewohner *Saenuris velutina*, *Grube*,

und *Bythonomus Lemani, Grube,* von unten bis in die sublittorale Schicht emporsteigen. Letztere von Grube (33) beschriebene, der marinen Gattung *Clitellio* nahestehende Form ist übrigens schon von Forel als Bewohner der Uferregion aufgefunden worden (25). In einer Tiefe von zehn Metern sind im Lünersee auch Hydrachniden nicht selten. Es handelt sich um die in den Rhätikonseen überhaupt häufige *Lebertia tau-insignitus, Lebert,* und den *Arrenurus maculator, O. F. Müll.,* den Könike (55) auch aus dem Harz und Thüringen kennt.

Lebertia tau-insignitus ist übrigens auch in den grössten Tiefen des Sees heimisch; sie ist ja geradezu eine Tiefseebewohnerin. Wie in den übrigen Rhätikonseen leben auch hier Geschöpfe, die sonst nur in tiefen Schichten vorkommen, nahe dem Ufer. Die Tiefseefauna ist im Lünersee nach oben, die littorale nach unten gerückt.

Als alle Schichten belebend sind für den Lünersee zu verzeichnen die Entomostraken: *Lynceus rostratus, Lilljeb., Chydorus sphaericus, O. F. Müll., Cypris compressa, Lilljeb.,* und *Cypris candida, Zenker.* Die ufer- und grundbewohnenden Rotatorien sind vertreten durch *Euchlanis dilatata, Ehrb., E. triquetra, Ehrb.,* und *Eosphaera digitata, Ehrb. E. triquetra* ist nach Ehrenberg (22) und Hudson und Gosse (40) eine nicht ungemeine Form. In die sublittorale Zone gehört auch *Macrobiotus macronyx, Duj.,* und *Actinophrys sol, Ehrb.,* während die festsitzenden Infusorien *Vorticella microstoma, Ehrb., Cothurniopsis vaga, Schrk.* und *Lagenophrys vaginicola, St.,* mit den sie tragenden Thieren verschiedene Wasserschichten erreichen werden. Vereinzelt wurden gefunden jüngste Larvenstadien von Ephemeren *(Chlöe)* und Käferlarven.

Chironomus stellt sich auch hier wieder in zahlreichen Arten und Individuen ein. Eine Form speciell ist charakteristisch für die grössten Tiefen von 80 bis 100

Metern. Dort hinab steigen auch viele der eben aufgezählten sublittoralen Thiere. Es treten dazu *Pisidium Foreli, Cless.*, und verschiedene rhabdocoele Turbellarien, besonders eine häufige Art von *Mesostoma.* So beherbergt denn die Tiefe des Lünersees eine ziemlich individuenreiche und durch verschiedene specielle Formen charakterisirte Thierwelt, im Gegensatz zu den übrigen weniger tiefen Alpenseen. Immerhin lässt sich diese alpine Tiefseefauna lange nicht so scharf umschreiben und abgrenzen, wie diejenige der grossen Seen der Ebene, da ja im Hochgebirgssee zahlreiche Tiefenbewohner des Flachlandes die nöthigen Existenzbedingungen schon am Ufer verwirklicht finden, und so eine starke Vermischung von littoraler und profunder Fauna stattfinden muss. Ob die Turbellarien der tieferen Wasserschichten im Lünersee dieselben Veränderungen durchmachen, wie sie von Duplessis (21) im Genfersee für die von littoralen Formen abstammenden Strudelwürmer beobachtet wurden, konnte einstweilen nicht entschieden werden. Der Lünersee mit seiner weiten Oberfläche wird der Entwicklung einer pelagischen Thierwelt günstige Bedingungen bieten; die freischwimmenden Geschöpfe können zudem während des Tages in bedeutende Tiefen hinabsinken. So ist denn auch das pelagische Leben nach Arten und Individuen sehr reich entwickelt.

Während des Tages war die Oberfläche des Sees unbevölkert, doch schon in einer Tiefe von fünf bis fünfzehn Metern tummelten sich zahlreiche, meist junge Exemplare von *Diaptomus baccillifer, Kölbel,* und *Cyclops strenuus, Fisch.*, beide Arten durch intensiv rothe Färbung ausgezeichnet. Nachts steigen diese Copepoden an die Oberfläche, die sie nun in gewaltigen Schaaren beleben, begleitet von der *Daphnia longispina, Leyd.*, und besonders zahlreichen Individuen von *D. pulex. Leyd.*

Letztere Art ist weit verbreitet. Leydig (58) fand sie im südlichen Baiern, nicht aber um Tübingen und am Bodensee. Die Männchen sollen in der Ebene im Oktober und November erscheinen. Siehe auch Lilljeborg (59). Auch in Frankreich fehlt sie nicht; wenigstens führt sie Richard (81) mit folgenden Entomostrakenformen als gemein an: *Cyclops strenuus, Fisch., D. longispina, Leyd., Acroperus leucocephalus, Koch, Alona rostrata, Lilljeb., Chydorus sphaericus, O. F. Müll.* Jules de Guerne (27) citirt *D. pulex, Leyd.,* von den Azoren, Poppe (79) aus Helgoland und endlich Asper als Bewohnerin des hochalpinen Grimselsees (3).

Auch an pelagischen Rotatorien ist der Lünersee reich. Häufig sind die so weitverbreiteten *Anurea cochlearis, Gosse,* und *Notholca longispina, Kellicott,* [siehe Hudson und Gosse (46)]; viel seltener *Anurea testudo, Ehrb.,* die schon ihr Entdecker nicht häufig antraf. Alle drei tummeln sich Nachts an der Oberfläche des Wassers. Endlich sind als freie Schwimmer noch zu erwähnen: *Dinobryon sertularia, Ehrb.,* in mässiger Zahl, und Jugendstadien einer *Corethra-* und einer *Chironomus*art. — Nach dem vorläufigen Stande unserer Kenntniss setzt sich die Fauna des Lünersees aus 58 Thierformen zusammen. Im Gegensatz zu den anderen Rhätikonseen sind hier vertreten die Heliozoa und Archhydrae, während die Amoebina, Hirudinei, Amphipoda und von den Insekten die Neuroptera, Rhynchota und Coleoptera einstweilen keine Vertreter stellen. Der Individuenreichthum kann nur theilweise als ein bedeutender bezeichnet werden.

Vergleichen wir nun die Fauna der vier untersuchten Rhätikonseen nach ihrer Zusammensetzung, so ergiebt sich, dass von 120 im Sommer 1890 gesammelten Thier-

species nur 21 allen Lokalitäten gemeinsam sind. Es betrifft dies: *Dinobryon sertularia, Vorticella microstoma, Cothurniopsis vaga, Planaria alpina, Saenuris velutina, Mesostoma, spec., Lumbriculus variegatus, Daphnia longispina, Lynceus rostratus, Cypris compressa, Cyclops strenuus, Lebertia tau-insignitus, Macrobiotus macronyx, Nemura variegata, Nemura nitida, Chloë Rhodani, Chironomus 2 spec., Tanypus spec., Limnaea truncatula* und *Cottus gobio.*

Diese Zahl wird natürlich noch ansteigen; schon jetzt kennen wir nach dem Resultate von 1890 17 Arten, die je in drei, 23 die je in zwei der Seen vorkommen; doch stehen diesen immerhin 55 Formen gegenüber, für die wir nur einen Fundort verzeichnen können. Die grösste Zahl selbständiger sonst nicht vorkommender Arten weist auch diesmal Garschina auf. Es sind folgende 21: *Difflugia pyriformis, Epistylis plicatilis, Callidina parasitica, Clepsine bioculata, Cl. complanata, Diaptomus spec., Gammarus pulex, Ephemerenlarve II, Sialis lutaria, Trichostegia variegata, Corixa cognata, Notonecta glauca, Corethra plumicornis, Colymbetes congener, Hydroporus erythrocephalus, H. palustris, H. nivalis, H. nigrita, H. planus, Pisidium nitidum, Triton alpestris.* Diese specifische Vertretung entspricht nach ihrer Zusammensetzung genau den früher ausführlich geschilderten Verhältnissen des offen liegenden, warmen und seichten Hochalpenteichs (100, 101, 102).

Der Lünersee beherbergt 14 für ihn charakteristische Formen, nämlich *Actinophrys sol, Lagenophrys vaginicola, Hydra rhaetica, Euchlanis triquetra, Anurea testudo, Daphnia pulex, Arrenurus maculator, Trombidium spec., Damaeus geniculatus, Ephemerenlarve I, Dipterenpuppe II* und *III, Käferlarve II, Hyla arborea.* Unter ihnen scheinen für die gegebenen Verhältnisse besonders günstig organisirt mehrere rein pelagische Thiere und die *Hydra,* die im geröllreichen See passende Wohnstätten findet.

Gemäss den ziemlich mannigfaltigen äusseren Bedingungen ist auch die specifische Fauna des Partnunersees aus verschiedenen Typen zusammengesetzt. Immerhin sind hauptsächlich die Bewohner der Algenmassen, die im Sommer 1890 im See so üppig wucherten, nach Arten reich vertreten. Für Partnun waren charakteristisch 14 Formen: *Cothurnia, spec.*, *Monotus lacustris, Monhystera crassa, Gordius aquaticus, Monocerca bicornis, Eosphaera elongata*, *Acroperus leucocephalus*, *Chaetopteryx villosa, Hydrometra paludum, Dipterenpuppe I, Dipterenlarve I* und *II, Hydroporus castaneus, Trutta fario.*

Tilisuna endlich zählt nur 6 typische Arten: *Trilobus gracilis, Macrothrix laticornis, Trombidium plancum, Dipterenpuppe IV, Hydroporus piceus, Pisidium ovatum.*

Von den 21 in allen Seen vorkommenden Formen sind die meisten als weitverbreitete in Anspruch zu nehmen; kosmopolitische pelagische Geschöpfe, überall gemeine, aktiv oder passiv leicht verschleppbare Entomostraken, Tardigraden und Insekten spielen die Hauptrolle. Sie bequemen sich den verschiedenen Bedingungen aller vier Wasserbecken an. Dazu kommen einige, zum Theil wenigstens in den Alpen häufige, schlammbewohnende Würmer und zwei nicht seltene Tiefseethiere der Ebene, die ebenfalls in allen vier Seen ihr Fortkommen finden.

Folgende Zahlen mögen eine weitere Vergleichung der vier Lokalfaunen gestatten:

Nur	in	Lün	und	Tilisuna	finden	sich	5	Arten,
„	„	„	„	Garschina	„	„	3	„
„	„	„	„	Partnun	„	„	4	„
„	„	Tilisuna	„	„	„	„	7	„
„	„	Partnun	„	Garschina	„	„	3	„
„	„	Tilisuna	„	„	„	„	0	„

Ausschliesslich in Garschina, Partnun, Tilisuna leben
6 Arten,
" " Partnun, Tilisuna und Lün leben 6,
" " Garschina, Tilisuna und Lün leben
2 Arten,
" " Garschina, Partnun und Lün leben
3 Arten.

Endlich haben im Ganzen gemeinsam:

Tilisuna	und	Lün	34	Arten,
"	"	Partnun	40	"
Lün	"	"	34	"
"	"	Garschina	29	"
Partnun	"	"	33	"
Tilisuna	"	"	29	"

Aus diesen Zahlen, sowie aus der vorangehenden Schilderung und den dieser Arbeit beigegebenen Tabellen ergiebt sich, dass von den vier untersuchten Rhätikonseen derjenige von Garschina in faunistischer Hinsicht eine Sonderstellung einnimmt, die sich durch die in ihm gebotenen Lebensbedingungen zwanglos erklären lässt. Viel näher stehen sich im Gegensatz zum Alpenteich von Garschina in ihrer Bevölkerung die drei Felsenseen der Hauptkette des Rhätikon. Besonders haben die vielfach analogen Verhältnisse von Tilisuna und Partnun in einer sehr ähnlichen thierischen Bevölkerung Ausdruck gefunden. Der Lünersee dagegen zeigt manche neue Elemente, deren Auftreten aus den eigenthümlichen Verhältnissen erklärt werden kann, die dieses weit ausgedehnte und tiefe hochalpine Wasserbecken bietet.

Der Arten- und Individuenreichthum ist auch in höher gelegenen Bergseen ein bedeutender, sofern nur eine Reihe für das Thierleben günstiger Faktoren, wie in Garschina, zusammentreten.

Allerdings muss zugegeben werden, wie dies speciell Imhof (50) in richtiger Weise betont, „dass die Lebenszähigkeit der niedern Süsswasserorganismen unter sehr verschiedenen Existenzbedingungen eine ganz ansehnliche ist“ und dass in Folge dessen ein und dieselbe Thierform in Seen, die ganz verschiedene physikalische Verhältnisse darbieten, leben kann. Neben diesen überall und unter jeder Bedingung vorkommenden Thieren, die ja auch in den Rhätikonseen nicht fehlen, giebt es aber andere, die nur unter ganz bestimmten Umständen ihr Leben zu fristen vermögen. Sie gehören zum guten Theil allerdings auch weitverbreiteten Arten und Gattungen an, doch treten sie von Ort zu Ort, eben nach den herrschenden Verhältnissen, in verschiedener Gruppirung auf und verleihen so den kleinen Lokalfaunen ihr specifisches Colorit.

Die Aehnlichkeit der äusseren Bedingungen bringt es mit sich, dass der See von Partnun faunistisch den entlegenen Wasserbecken des Riesengebirges näher steht, als dem nahen Teich von Garschina. Dieser zeigt unbedingt die deutlichsten Anklänge an entfernte, viel tiefer liegende Wasseransammlungen der Ebene von ähnlichem physikalischem Charakter. Der Lünersee steht nicht nur nach seinen äusseren Verhältnissen, sondern auch nach seiner Thierwelt, den fernen Seen des Oberengadins nahe.

Ein schönes Beispiel davon, dass in ganz nahe liegenden Wasserbehältern eine wesentlich verschiedene Fauna sich entwickeln kann, führt Kennel (53) an. Er kennt bei Würzburg zwei Tümpel, die unmittelbar nebeneinander liegen. Sie trocknen jeden Sommer aus; trotzdem aber ihr Bodensatz künstlich und natürlich vermischt wurde beherbergt der eine immer nur *Daphniden* und *Asplanchna,* der andere *Cypris, Culiciden* und

Fliegenlarven. Aehnliches weiss derselbe Autor von sich naheliegenden aber verschiedene Bedingungen bietenden Pfützen und Wassergräben der Rheinebene zu melden. Die zwei nebeneinander liegenden Flüelaseen sind nach Imhof (49) von zwei verschiedenen *Diaptomus*-arten bewohnt.

Heuscher (37) fand, dass ganz ähnlich wie in unseren Rhätikonseen auch in der Seengruppe der Grauen Hörner die Fauna von Wasserbecken zu Wasserbecken in ihrer Zusammensetzung nach den verschiedenen äusseren Bedingungen variirt. Auch hier sind Wasseransammlungen vom Charakter des Sees von Garschina am reichsten belebt. Ihre Thierwelt weist fast genau dieselben Formen auf wie die des entfernten Garschina, die unter ähnlichen Verhältnissen steht, während ganz in der Nähe liegende, anderen Bedingungen ausgesetzte Wasserbecken eine andere Thierwelt beherbergen.

In seinen sehr lesenswerthen hydrobiologischen Untersuchungen an 92 Seen Westpreussens betont Seligo (85) stark die Beeinflussung der Entwicklung thierischen Lebens durch äussere, physikalische Verhältnisse. Von Wichtigkeit für das Gedeihen der Thierwelt ist zunächst die Gegenwart von Pflanzen im See. Sie bereiten die Nahrung für niedere Thiere vor, die selbst wieder den Fischen zum Opfer fallen. Die Uferpflanzen gewähren zudem den Thieren Schutz vor dem Wellenschlag. Auf die Pflanzenentwicklung selbst ist von Einfluss die Durchsichtigkeit des Wassers, die Art und Menge der im Wasser gelösten mineralischen Stoffe, sowie Wärme und Witterungsverhältnisse. Flächeninhalt der Wasserbecken, Tiefe, Uferentwicklung, Wasserhärte, sind nach Seligo die Elemente, die in letzter Linie die Fruchtbarkeit der Seen bedingen und bei hydrobiologischen Studien zunächst zu berücksichtigen sind.

Dass die Fauna der Hochgebirgsseen unter gleichen Umständen eine gleichartige sei, ist schon im letzten Bericht hervorgehoben worden. Die Aehnlichkeit der Thierwelt der Rhätikonseeen mit derjenigen der Oberengadiner Wasserbecken wird durch die Gegenwart von *Hydra rhaetica, Asp.*, im Lünersee noch erhöht. Die äusseren Bedingungen scheinen an beiden Orten ähnliche zu sein. Silvaplaner- und Silsersee erreichen mit 77,4, resp. 83 m. Tiefe annähernd den Lünersee (102 m.). *Gammarus, Neuropterenlarven, Hydroporus, Hydra, Limnaeen, Phryganiden, Perliden, Lumbriculus, Fredericellen, Pisidien, rothe Cyclopiden, Daphniden, Epistylis* kommen an beiden Lokalitäten vor. Bei einer Nachtfahrt auf dem Silsersee fand Asper (4) bei 7° und bewegtem Wasser massenhaft eine rothe *Cyclopide* und eine kleine *Daphnia*.

Specielle Anklänge scheint die Thierwelt der Rhätikonseeen an diejenige der Seengruppe der Grauen Hörner bei Ragaz zu haben. Heuscher (37), der diese 1902 bis 2436 m. hoch gelegenen Wasserbecken im Auftrage der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft in St. Gallen untersucht, fand dort im August u. A. Larven von *Rana temporaria, Hydroporus nivalis, Chironomus plumosus, Pisidien, Anurea cochlearis, A. longispina, Gammarus pulex, Phryganiden, Clepsinen, Planarien, Cyclopiden, Difflugia, Hydroporus-* und *Chironomus*arten, *Anguilluliden, Daphnia longispina* etc. Einer weiteren Bearbeitung dieser Seen darf mit Interesse entgegengesehen werden. Auch die von Asper und Heuscher (5) schon früher untersuchten Gebirgsseen St. Gallens und Appenzells beherbergen viele dem Rhätikon nicht fremde Thiere.

Die Uebereinstimmung der Rhätikonfauna mit der der Wasserbecken des Riesengebirgs ist schon wiederholt betont worden. Zacharias (97) hat neuerdings darauf aufmerksam gemacht. Von den dortigen Wasser-

ansammlungen liegt der grosse Teich 1218, der kleine 1168 m. hoch; ihre Temperatur beträgt 10—12 ° R., Mitte Mai sind sie vollkommen frei von Eis. Ausser den schon als gemeinschaftlich genannten Thierformen gehören dem Riesengebirge wie dem Rhätikon an *Cyclops strenuus, Chydorus sphaericus, Lebertia tau-insignitus, Mesostoma* und *Planaria alpina,* über deren Vorkommen weiter unten noch einiges folgt. Am bemerkenswerthesten bleibt aber das Auftreten von *Monotus lacustris, Zach.*, auch im See von Partnun. Diese rhabdocoele Turbellarie, die der marinen, nordischen Gattung *Monocelis* nahe steht, wurde von Duplessis (20) im Genfersee von einigen Metern Tiefe an bis in die tiefsten Gründe gefunden. Reife Exemplare existiren zu allen Jahreszeiten. Das Thier findet sich auch im Neuenburger- und Jouxsee (1009 m. hoch, im Jura) und wahrscheinlich noch in verschiedenen anderen grossen Wasserbecken der Schweiz und Oberitaliens. Forel (25) bestätigt sein häufiges Vorkommen in den tiefen Schichten des Genfersees; littoral ist *Monotus* durch eine bedeutend grössere, stärker gefärbte Varietät vertreten. Derselbe Autor kennt das Thier aus Seen von Zürich, Neuenburg, Biel, Annecy etc. Zacharias (93, 97) erwähnt es wiederholt aus den Wasserbecken des Riesengebirges, Braun fand dieselbe Form im Peipussee.

Monotus lacustris bewohnt im allgemeinen kalte Gebirgsseen, oder die tieferen, kühleren Schichten der grossen subalpinen Wasseransammlungen. Zacharias glaubt annehmen zu dürfen (97), dass die Turbellarie zur Fauna der postglacialen Schmelzwasserseen gehörte, die unter sich wie mit dem nördlichen Meer durch ein System von Kanälen verbunden waren. Sie wäre aus dem Meer von Norden her in das süsse Wasser eingewandert und

hätte sich an vereinzelten ihr zusagenden Oertlichkeiten, d. h. in kaltem Wasser, auch später noch gehalten.

Dass *Sperchon glandulosus, Könike,* im Rhätikon, dem Riesengebirge und auf den Azoren heimisch sei, ist bereits besprochen worden. Aber auch sonst sind die Kraterseen der Azoren von manchen uns wohlbekannten Geschöpfen bewohnt. Jules de Guerne (27) verzeichnet in seiner schönen Arbeit aus ihnen *Chydorus sphaericus, Difflugia, Nematoden, Mesostoma viridatum, Saenuris variegata* etc. etc. und macht darauf aufmerksam, dass die Süsswasserfauna jener Inselgruppe vorzüglich europäischen Charakter trage. Die häufigsten dort heimischen Thiere haben eine ungemein weite Verbreitung. Fast alles sind leicht zu verschleppende Arten, die meist die Fähigkeit haben, Dauerstadien zu bilden. In diesen Thatsachen sieht J. de Guerne eine Stütze seiner Ansicht vom passiven Transport kleiner Thiere, hauptsächlich durch Zugvögel. Siehe für die Azoren auch Barrois und Moniez (8), sowie für passive Verschleppung kleiner Süsswasserthiere J. de Guerne (28). So können wir denn auch dieses Jahr darauf hinweisen, dass die Thierwelt der Rhätikonseen im allgemeinen in ihrer Zusammensetzung derjenigen näherer und fernerer Hochgebirgsgewässer, mit entsprechenden Bedingungen, ziemlich ähnlich ist und sogar durch gewisse Formen, die theils kosmopolitisch, theils nur lokal vorkommen, mit der Fauna sehr weit abliegender Wasserbecken verbunden wird.

Die Hauptelemente, die zur Thierwelt der Rhätikonseen zusammentreten, sind weitverbreitete littorale und pelagische Geschöpfe der Ebene; zu ihnen gesellen sich seltener vorkommende Formen desselben Ursprungs. Daneben finden sich Tiefenbewohner der grossen sub-

alpinen Seen, die im Hochgebirge meist auch littoral werden, eine Anzahl reiner Hochgebirgsarten und Varietäten und endlich nordische Elemente.

Ueber die Verbreitung einiger, besonders pelagischer Geschöpfe des Rhätikon mögen hier Notizen folgen. Manches wurde schon auf den vorangehenden Seiten oder im letztjährigen Bericht besprochen.

Dinobryon sertularia, Ehrb., ist eine in und ausserhalb der Schweiz wohl überall vorkommende Form. Imhof (49) kennt sie von verschiedenen Lokalitäten. Er fand das Genus *Dinobryon* bis 2500 m. hoch. Moniez (66) verzeichnet unsere Art aus dem Lago di Lentini in Sicilien. Weitester Verbreitung erfreuen sich die pelagischen Rotatorien *Anurea cochlearis, Gosse,* und *Notholca longispina, Kellicott.* Erstere wird von Hudson und Gosse (40) als Bewohnerin klarer Teiche und Seen bezeichnet, letztere wurde zuerst im Niagara bei Buffalo beobachtet. Ausser manchen schon angeführten verdienen folgende Fundorte dieser Rotatorien specielle Beachtung. Süsswasserseen in Grönland, von woher J. de Guerne und J. Richard (30) sie in Gesellschaft von *Daphnia longispina, Acroperus leucocephalus* und *Chydorus sphaericus* erhielten. Rabot (82) fischte diese Thierchen in den sehr kalten Gewässern der Halbinsel Kola, die sieben bis acht Monate mit Eis bedeckt bleiben. Sie leben dort in einer mannigfaltigen Gesellschaft von Cladoceren, Copepoden, Hydrachniden, Spongien und Protozoen.

Moniez kennt sie aus Sicilien (66), Crisp (18) aus England und Schottland, Imhof aus den Seen Savoyens (42), des Schwarzwalds (51), aus dem Bodensee

(52), dem Comer-, Langen- und Luganersee; Richard (80) traf sie in den Wasserbecken der Auvergne mit den sie so häufig begleitenden Entomostraken *Daphnia longispina, Acroperus leucocephalus, Chydorus sphaericus* und *Cyclops strenuus.* Aus Deutschland citirt sie Zacharias (98). Er macht darauf aufmerksam, dass bei *Anurea longispina* und *A. cochlearis* je nach den äusseren Lebensbedingungen Querschnitt und Stachellängen wechseln. Die Rhätikonexemplare trugen meist viel längere Stacheln als die typische Form.

In der Schweiz wurden beide Formen zuerst von Imhof (43) aufgefunden und als neue beschrieben, ein Irrthum, der von Crisp (18) berichtigt wurde. Sie scheinen in den alpinen und subalpinen Wasserbecken sehr verbreitet zu sein. Auf das massenhafte Auftreten von Anureen in Alpenseen machen Asper und Heuscher (5) aufmerksam. Das Vorkommen der zwei in Frage stehenden Arten von *Anurea* in den Bergseen St. Gallens und Appenzells ist bereits hervorgehoben worden.

Nicht minder verbreitet als diese beiden Rotatorien ist die ebenfalls pelagische *Daphnia longispina, Leyd.,* über deren Vorkommen dieser Bericht schon manches gemeldet hat. Es sei höchstens noch erwähnt ihre Häufigkeit in Norwegen (31), wo sie von *Chydorus sphaericus* und *Cyclops strenuus* begleitet ist, und in Frankreich und Holland in Gesellschaft von *Ch. sphaericus* und *Cypris compressa* (67). Moniez fand sie auch in dem von Dollfus gesammelten Material aus dem Silsersee (1800) und dem Haidensee in Tyrol (1450 m.) (68). Letztere Lokalität bewohnt sie gemeinsam mit *Candona candida,* einer Form, die übrigens am Stilfserjoch bis zu 2400 m. ansteigt (68). Gebirgsstandorte für *Daphnia longispina* sind ausserdem wiederum die Seen der Appenzeller-

und St. Galler Berge. Als Kosmopolit im vollsten Sinne des Wortes darf *Chydorus sphaericus, O. F. Müll.*, betrachtet werden, den ja schon Leydig (58) als die gemeinste Cladocerenart bezeichnet. Seine für uns wichtigeren Fundorte sind im letzten und im vorliegenden Bericht aufgeführt worden. Fügen wir nur noch bei den sicilianischen Lago di Lentini (66), die Gewässer des Hable d'Ault (64) und den Vogesensee lac de Gérardmer (63). An den beiden letzten Lokalitäten ist er wiederum von der ja ebenfalls weitverbreiteten *Cypris compressa, Baird.*, begleitet. Asper und Heuscher (5) wiesen den *Ch. sphaericus* in den von ihnen durchsuchten Bergseen nach. Bezeichnend für diesen Weltbürger ist seine Gegenwart im Titicacasee, die Moniez (65) feststellte. Auch *Lynceus rostratus, Lilljeb.*, scheint nach Leydig (58) keine gerade seltene Form zu sein.

Als besonders geeignet hochgelegene Wasserbecken zu bewohnen müssen uns die Copepoden erscheinen. In der Auswahl ihrer Nahrung sind sie nicht wählerisch. Abgestorbene Bestandtheile grösserer Thiere werden von ihnen eben so gerne verzehrt, als kleine lebende Beute aus den Gruppen der Infusorien, Rotiferen, Turbellarien. Sie verschmähen nicht ihre eigenen Larven und Nachkommen und begnügen sich zur Noth sogar mit pflanzlichen Stoffen. Claus (16) kann mit Recht von ihnen sagen: „Der Einfluss, den die Differenzen der Temperatur und des Klimas im Zusammenhange mit den veränderten Bedingungen der Ernährung auf unsere Geschöpfe ausüben, scheint der Ausbreitung derselben über sehr verschiedene Regionen keine Grenze zu setzen."

Dieser Satz lässt sich ohne weiteres durch das Vorkommen der Copepoden im Hochgebirge illustriren. Cyclopiden und Calaniden steigen so hoch in's Gebirge, als sich überhaupt noch bewohnbare, wenn auch nur

während kurzer Zeit eisfreie Wasseransammlungen finden. Davon sind im letzt- und diesjährigen Bericht eine ganze Reihe von Beispielen aufgezählt. Speciell über den im Rhätikon so sehr heimischen *Cyclops strenuus, Fisch.*, haben wir schon manches erfahren. Er ist auch in wenig abweichender Form in Chegga, 51 Kilometer südlich von Biskra, aufgefunden worden (11).

Die geographische Verbreitung und die biologischen Verhältnisse der Calaniden sind in jüngster Zeit Gegenstand eingehender Studien geworden. Nordquist (71) prüfte in einer schönen Arbeit den Einfluss der äusseren Lebensbedingungen auf dieselben.

Jules de Guerne und J. Richard (29, 32) machen auf die äusserste Resistenzfähigkeit des Genus *Diaptomus* aufmerksam, der es seine sehr weite Verbreitung an Lokalitäten verdankt, die ganz verschiedene Lebensverhältnisse bieten. Die Halbinsel Kola und die Azoren besitzen z. B. dieselben Formen. Nordenskiöld sah in Spitzbergen in schmelzendem Schnee Calaniden. Das erinnert uns an Vogts Fund (92) am obern Aargletscher. G. O. Sars zog zwei *Diaptomus*arten aus australischem Schlamm, der zwei Jahre ausgetrocknet war. In den algierischen Choots findet sich *Diaptomus salinus,* wenn diese Teiche auch den ganzen Sommer wasserleer bleiben. Gegen Temperaturschwankungen, Austrocknung, verschiedene Zusammensetzung des Wassers sind diese Entomostraken sehr wenig empfindlich. So erklärt sich auch ihre weite Verbreitung im Hochgebirge. Mindestens drei Arten sind (29) für die Gebirgsregionen Centraleuropas specifisch. *Diaptomus baccillifer, Koelbel,* findet sich ausser in den Schweizeralpen in Skandinavien, Oesterreich, Frankreich, Sibirien.

Wollten wir mit Imhof den Diaptomus des Rhä-

tikon als *D. alpinus, Imh.*, auffassen, so hätten wir damit für jene Bergkette die Gegenwart eines häufigen Bewohners schweizerischer Alpenseen festgestellt. Imhof (48) kennt ihn aus dem Silsersee (1796 m.) bis hinauf zum Furtschellas (2680 m.), und später bis zum Prünas am Piz Languard (2780 m.) (49). Mit ihm soll identisch sein der *D. montanus, Wierz.*, der hohen Tatra.

Ueber das Vorkommen von *Pisidium fossarinum, Cless.*, in Graubünden findet sich auch eine Notiz bei Am Stein (1); er fand die Muschel im Teichausfluss von Vetan, wo sie von Phryganidenlarven häufig zum Bau ihrer Gehäuse verwendet wurde. Einer gütigen brieflichen Mittheilung von Suter-Naef entnehme ich, dass seine Sammlung diese Art enthielt aus den Gotthardseen, vom Simplon, Grimselsee, Ritomsee, lac Champey, nebst vielen tiefer gelegenen Fundorten. *Pisidium ovatum, Cless.*, das zwei der Rhätikonseen bewohnt, ist für die Schweiz neu. Ueber die Verbreitung der im Rhätikon gefundenen Mollusken in den Bergseen Baierns giebt Clessin (17) schätzenswerthen Aufschluss.

Besondere Beachtung verdient die geographische Verbreitung der *Planaria abscissa, Jjima,* oder wie sie wohl richtiger genannt wird *Pl. alpina, Dana.* (Vergl. den Bericht von 1889). Ueber dieses in mancher Hinsicht interessante Thier hat Kennel (53) in jüngster Zeit eine treffliche Arbeit veröffentlicht, der wir zum Theil die folgenden Angaben entnehmen. Dana fand dieses Hochgebirgsthier schon in der zweiten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts in den Bündner Alpen und belegte es mit dem Namen *Hirudo alpina.* Er hielt es als giftig für Mensch und Vieh. Genaue Beobachtungen über dasselbe stellt Carena an; Dalyell beschreibt es aus kalten Brunnen Englands unter dem Namen *Planaria arethusa.* Leydig beobachtete die Planarie bei Würz-

burg und wahrscheinlich im Rhöngebirge, Jjima in Gebirgsgegenden Thüringens, Zacharias im Riesengebirge, Imhof in den Bündner Alpen, Kennel in einer kalten Quelle bei Würzburg mit konstanter Temperatur von 10—12 ° C., ich selbst in kalten Bächen des Schwarzwalds, im Jungholz oberhalb des Bergsees von Säckingen. Aus Graubünden, wo sie ja von Dana entdeckt wurde, erhielt Kennel typische Exemplare der *Pl. alpina* durch Egger zugesandt. Letzterer sammelte sie im Quellgebiet von Plessur und Davoserlandwasser; so im Schwellisee, der 1919 m. hoch liegt. Das Wasserbecken wird von Quell- und Schneewasser gespiesen, bleibt vom November bis Mai geschlossen und mass 2,8° C. Unter den Steinen der benachbarten Quellen war die Turbellarie ebenfalls häufig, sie fehlte auch nicht im Aroser Wasser (1770 m.) bei 4° C., und im Chaltbrunn am Abhang der Mayenfelder Furka (2400 m.) bei 2° C.

Im Rhätikon gehört nun *Planaria alpina* unter den Steinen aller Quellen, Bäche, Seen zu den allergewöhnlichsten Vorkommnissen. Sie findet sich oft in grosser Menge in verschiedenen Farbenvarietäten. Die ungeschlechtliche Vermehrung durch Theilung scheint häufig vor sich zu gehen. Wie auf natürlichem gelingt sie auch auf künstlichem Wege. In den Alpen, speciell im Hochgebirge Graubündens, scheint also der Strudelwurm eine weite und gleichmässige Verbreitung zu besitzen, daneben kennen wir ihn einstweilen von einer gewissen Zahl sporadisch zerstreuter, weit auseinanderliegender Lokalitäten Deutschlands. Ueberall aber ist er streng gebunden an kaltes Wasser, eine Temperaturerhöhung bis über 15° C. wird ihm bald verhängnissvoll.

Mit Recht macht Kennel darauf aufmerksam, dass an eine aktive oder passive Wanderung dieses empfindlichen Thieres von den Alpen aus nach seinen verein-

zelten Wohnstätten in Deutschland unter keinen Umständen gedacht werden könne. Vielmehr wird man richtiger annehmen, es sei die Planarie in den kalten Gewässern am Schlusse der Eiszeit ein häufiges Thier gewesen. Als die Temperatur stieg starb sie an den meisten Orten aus, nur in den Quellen und Bächen der Alpen fand sie noch günstige Bedingungen zu ihrem Fortkommen, sowie in einzelnen sehr kalten, sporadisch zerstreuten Gewässern Deutschlands. Mit dieser Hypothese lässt sich auch ungezwungen das Vorkommen der *Planaria alpina* in England erklären, das zur Eiszeit mit dem Continent verbunden war. *Pl. alpina* ist unter allen Umständen ein gutes Beispiel für thierische Wesen, die nur unter ganz bestimmten äusseren Verhältnissen ihr Leben fristen können.

Weder Kennel noch Egger konnten jemals Eicocons der in Frage stehenden Turbellarie sehen, so dass Kennel sich geradezu die Frage vorlegt, ob das Thier nicht vielleicht im Gegensatz zu seinen Verwandten vivipar sei. Dies scheint mir nun ziemlich wahrscheinlich. Eier oder Eicocons bekam ich niemals zu Gesicht, wohl aber zeigten sich im Glasgefäss, in dem alte Planarien gehalten wurden, nach einiger Zeit ganz jugendliche Thiere. Sollte diese Viviparität durch spätere Beobachtungen bestätigt werden, so hätten wir den merkwürdigen Fall zu verzeichnen, dass ein der sonst oviparen Thiergruppe der Turbellarien angehörendes Geschöpf im kalten Wasser und unter dem Drucke der ungünstigen Hochgebirgsbedingungen die Brutpflege einführt, und vivipar wird. Es wäre dies ein schlagendes Beispiel von der Beeinflussung der Fortpflanzungsweise durch äussere physikalische Verhältnisse und zugleich ein Analogon zum Verhalten mancher Geschöpfe der marinen Tiefsee, die im Gegensatz zu ihren in höheren

Wasserschichten, unter günstigeren Bedingungen lebenden Stammesgenossen für ihre Brut ebenfalls Vorsorge treffen müssen und vivipar werden.

Wenig günstig sind im allgemeinen die Lebensbedingungen des Hochgebirges für die Mollusken. Heer (35) zieht die obere Grenze für Schnecken bei 9000′; Suter-Naef schreibt mir, dass er die *Vitrina Charpentieri* noch auf dem Gipfel des Monte Prosa (9241′) gefunden habe. Die einzige Schnecke seiner Sammlung von so hohem Fundort. Von Wassermollusken steigen nur *Limnaea truncatula, Müll.*, und verschiedene *Pisidien* hoch ins Gebirge. Beide kommen in den Rhätikonseen überall vor, ohne irgendwo häufig zu werden. Nach der Eiszeit wanderten die Mollusken in die Alpenseen ein, und zwar unterliegt es für Clessin (17) keinem Zweifel, dass sie durch passiven Transport mit Wasservögeln in die neue Heimath versetzt wurden. Ob das für die kleinsten und höchsten Wasserbecken, die jedenfalls nur äusserst selten von Vögeln besucht werden, auch gültig sei, möge dahingestellt bleiben. Alle möglichen feindlichen Einflüsse stellen sich dem Molluskenleben im Gebirgssee entgegen. Mit vollem Recht hebt Clessin (17) „den Mangel an geeigneten Wohnorten in den mit zunehmender Höhe kleiner werdenden Wasserbecken, deren Zuflüsse bei dem starken Fall und der Menge der Geschiebe ohnedies völlig von Mollusken leer sind“ als verhängnissvoll hervor. Neben dem Wohnungsmangel, der Abwesenheit ausgedehnterer seichter Stellen, tritt dem Molluskenleben wohl auch der Nahrungsmangel und der Sauerstoffmangel hindernd entgegen. Allerdings ist der 10,000′ hoch liegende Titicacasee reich

an Mollusken, doch eröffnet sich für ihn in seinen gewaltigen Algenmassen eine reiche Nahrungs- und Sauerstoffquelle. Am Lünersee, und in weit geringerem Masse an den Seen der Sulzfluh, werden auch die Niveauschwankungen des Wasserspiegels die auffallende Armuth an uferbewohnenden Schnecken mit erklären helfen. Der Wellenschlag des Lünersees ist gleichzeitig stark genug, um Muscheln ans Gestade zu werfen und Uferschnecken zu zertrümmern. Auch die starke Geschiebezufuhr, Stein- und Lawinenschlag arbeiten gegen das Gedeihen der Mollusken. Nur besonders bevorzugte, ausdauernde Formen werden endlich den langen und harten Hochgebirgswinter überstehen. Gerade unsere Alpenmollusken sind nun, nach Clessin (17), am resistentesten gegen die Kälte. Die *Limnaeen* graben sich so tief in den Schlamm, als es die Weichheit des Bodens gestattet, ihr sonst so ausgeprägtes Sauerstoffbedürfniss hört auf. *Cycladeen* sammelte Clessin im tiefsten Winter unter dem Eise ebenso reichlich als im Sommer. *Pisidien,* die in einem warmen Zimmer in Wasser gebracht wurden, stiessen nach zwei Tagen junge Muscheln aus, die sofort munter umherkrochen. Doch hat auch die Widerstandsfähigkeit dieser Bivalven eine Grenze. Einfrieren in Eis tödtet sie in kürzester Frist; das Wasser in ihrem Körper sprengt gefrierend ihre Gehäuse.

Im allgemeinen haben die kleinen Wasserbecken des Hochgebirgs keine speciellen Molluskenformen ausgeprägt, wie das der Fall ist für die grossen Seen der Ebene und der Voralpen. Dort besitzen einander auch noch so nahe gelegene Wasseransammlungen ihre speciellen Varietäten und Arten. Die Hochseen sind nach

Clessin (17) zu klein, zu seicht, zu wenig bewegt und zu geschützt, um in der Ausbildung einer Molluskenfauna eigene Wege zu gehen.

Bezeichnend für sie ist der Tiefseecharakter ihrer *Pisidien*, ein Punkt, auf den wir noch zu sprechen kommen werden. Eine andere Beobachtung sei hier eingeschaltet. Am Ufer und in geringer Tiefe des Lünersees lebt *Pisidium nitidum*, *Jenyns*, in typischer Form. Dredgezüge aus zwanzig bis dreissig Metern Tiefe brachten dieselbe Muschel zu Tage; immerhin zeigten die hier gewonnenen Exemplare schon leichte Abweichungen vom Typus. Bei vierzig bis fünfzig Metern waren Schalengestalt, Schalenbau und Bau des Schlosses so weit verändert, dass die typische Form *P. nitidum* verwischt erschien und eine unverkennbare Annäherung an *P. Foreli*, *Cless.*, konstatirt werden konnte. In den grössten Tiefen des Lünersees endlich wohnt nur noch das durchaus wohl charakterisirte *P. Foreli*. Beide Formen aber, das littorale *P. nitidum* und das *P. Foreli* der tiefen Wasserschichten sind verknüpft durch eine lange Reihe von Uebergängen. In dem Masse als wir tiefer hinabsteigen, verändert sich die Muschel langsam und unmerklich unter dem Drucke der langsam anders werdenden äusseren Bedingungen. So erhalten wir eine Reihe, deren End- und Anfangspunkt durch verschiedene Arten gebildet wird, deren mittelste Glieder aber Charaktere beider tragen und weder der einen noch der anderen mit Sicherheit zugetheilt werden können.

Schon Clessin (17) stellt es, auf anatomische Merkmale gestützt, als wahrscheinlich hin, dass *P. Foreli* die Tiefseeform des *P. nitidum* sei.

Viel besser geeignet unter den Hochgebirgsbedingungen zu leben als die Mollusken sind viele Insektenlarven, besonders die der Orthopteren, Neuropteren und Trichopteren. Nahrungs- und Wohnungsverhältnisse entsprechen diesen räuberischen Wesen durchaus. Den langen Winter verbringen sie in lethargischem Todesschlafe; zur Flugzeit des erwachsenen Insekts genügt der kurze Alpensommer vollauf. So sind denn auch stehende und fliessende Gewässer der Hochalpen immer belebt von vielen Arten und sehr zahlreichen Individuen jener Insektenlarven. Ueber ihre Lebensweise und besonders die Zeit ihrer Verwandlung im Gebirge liegen nur vereinzelte Beobachtungen vor. Jeder weitere Beitrag muss hier erwünscht sein. Das Auftreten des geflügelten Insekts hat nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse oft viel räthselhaftes. So schreibt mir Killias, dass er einmal am Tarasper See Schwärme einer *Hydropsyche* getroffen habe, die er seither während dreissig Jahren nicht mehr finden konnte. Auf der Höhe der Flüela stiess er ein anderes Mal auf tausende von Exemplaren von *Acrophylax cerberus*, viele in Copula, trotzdem die Seen noch zugefroren waren und fusshoher Schnee lag. Seither suchte er dieses seltene Insekt um die nämliche Zeit dort umsonst. Meyer-Dür hat dieselbe Art unter ähnlichen Umständen auf der Grimsel beobachtet. Wie gelangten die geflügelten Thiere unter der Eisdecke hervor, wo fanden sie Nahrung und Schutz für die Eier?

Die Larven der *Perliden* und *Ephemeriden* suchen ihre Wohnung unter den Steinen; sie sind äusserst räuberisch, können aber auch, wie diejenigen der *Phryganiden*, eine längere Hungerkur ohne Schaden aushalten. Die Larvenzeit dauert Monate und Jahre, während die Lebensdauer des ausgewachsenen Insekts sich nach Wochen und

Tagen bemisst. Anhaltende Kälte versenkt die Larven in lethargischen Schlaf. Aehnliche für das Leben im Hochgebirge passende Gewohnheiten und Eigenschaften besitzen die Jugendstadien der *Phryganiden* und *Sialiden.* Siehe die Arbeiten von Burmeister (14) und Pictet (72 bis 76). Ueber das Vorkommen dieser Larven vergleiche neben dem letztjährigen Bericht die Arbeiten von Heuscher und Asper (4, 5, 37).

So waren denn die Alpenseen des Rhätikon im Sommer 1890 im allgemeinen von einem regen littoralen und pelagischen Leben erfüllt. Dass mit dem Vorjahr in Bezug auf Vertretung an Arten und Individuen manche Unterschiede existiren, ergiebt sich leicht durch Vergleichung der Berichte und Listen der beiden Excursionen. Es scheint auch nach den Jahreszeiten die Thierwelt der Gebirgsseen eine wesentlich verschiedene zu sein; die Untersuchung muss also in möglichst verschiedenen Epochen des Jahres vorgenommen werden, um die Aufeinanderfolge der verschiedenen Thierformen festzustellen und den gesammten faunistischen Reichthum der Wasserbecken zu erschöpfen. Wie sich verschiedene Rotatorien, Protozoen und Algen im Spanneggsee ablösen, und so die Zusammensetzung von Fauna und Flora stets wechselt, schildert uns Asper und Heuscher (4).

Der milde Winter 1889/90 und das frühe Frühjahr 1890 scheinen die lebhafte Entwicklung thierischen Lebens in den Rhätikonseen begünstigt zu haben. Im Juli und Anfangs August schickten sich die meisten Thiere an sich fortzupflanzen; der Gipfel der Geschlechts-

thätigkeit war noch nicht erreicht, oder gar überschritten, wie in der zweiten Hälfte August 1889. Von den *Copepoden* waren ausgewachsene Exemplare schwer oder nicht erhältlich, die *Bryozoen* hatten die Kolonienbildung kaum begonnen, die *Clepsinen* waren mit der Eiablage beschäftigt. *Trichostegia variegata* befand sich in der Verwandlung zum geflügelten Insekte. Ganz junge *Tritonen* und *Frösche* fanden sich in Garschina, Eier und jüngste Stadien von *Cottus gobio* in Partnun. Zahlreich waren auch junge und jüngste Larven von *Hydrachniden.* Von *Gammarus pulex* waren einzelne in Copulation. *Sialis, Corixa* und *Notonecta* tummelten sich meist in ganz jungen Entwicklungsstadien im Wasser, während viele *Phryganiden*-larven eben in den Nymphenzustand übergiengen. Die überwinterten *Chironomus*larven hatten meist noch nicht ihre Maximalgrösse erreicht. Für die meisten der eben genannten Geschöpfe ist der Eintritt der Fortpflanzungsepoche ganz bedeutend nach rückwärts verschoben. Der späte Alpensommer lässt die Geschlechtsthätigkeit erst im August ganz erblühen. Manche Thiere leiteten eben ihre Fortpflanzung ein, die Nachkommen anderer waren in den jüngsten Stadien, viele endlich hatten die Metamorphose, die sie zum geschlechtsreifen Individuum umwandeln sollte, noch nicht oder kaum begonnen.

Aehnliche Verschiebungen der Zeit geschlechtlicher Thätigkeit beobachtete Zacharias (98) im Riesengebirge. Ueber verspätetes Laichen von *Rana temporaria* und *Bufo vulgaris* in Gebirgsseen berichten Asper und Heuscher (5). Wenn so die ungünstigen Hochgebirgsbedingungen die Zeit der Vermehrung stark nach rückwärts verlegen, verursachen dieselben Verhältnisse eine frühere Bildung der Dauerstadien, die den Winter zu überstehen bestimmt sind.

Darauf wurde schon im letztjährigen Bericht hinge-

wiesen. Die *Bryozoen* allerdings waren im Juli 1890 noch weit von der Statoblastenbildung entfernt; dagegen trugen zahlreiche Weibchen von *Daphnia longispina* und *D. pulex* Wintereier, während andere noch Sommereier producirten. Auch bei *Lynceus sphaericus* und *L. rostratus* hatte die Bildung der Dauereier theilweise begonnen, trotzdem die Temperatur im Durchschnitt höher war als 1889. Von den vier eben aufgezählten Cladoceren, sowie von *Macrothrix laticornis*, wurden auch die sonst nur im Herbst auftretenden Männchen vereinzelt beobachtet. So stehen also auch hier wieder Fortpflanzungszeit und Fortpflanzungsmodus stark unter dem Einflusse äusserer physikalischer Bedingungen.

Ausser den schon im letzten Bericht angeführten Beispielen von früher Bildung von Wintereiern bei Cladoceren wären etwa noch zu erwähnen die Beobachtungen von Asper und Heuscher (5), die am 27. Juli 1886 die Ephippien einer *Daphnia*, wahrscheinlich *Daphnia longispina*, in gewaltiger Menge im Fählensee fanden. Bei *D. magna* aus den Seen der Grauen Hörner wies Heuscher (37) am 3. August den vereinzelten Beginn von Ephippienbildung nach; Moniez (66) erhielt im April Daphnien mit Wintereiern aus dem sicilianischen lago di Lentini.

Trotz der geringen Tiefe mancher, speciell alpiner Wasserbecken beherbergen sie doch eine pelagische Thierwelt, die auch im Winter nicht ganz ausstirbt. Darauf hat schon Imhof aufmerksam gemacht (45, 46, 50). Dagegen fehlt ihnen eine eigentliche, wohl charakterisirte Tiefenfauna. [Siehe auch die Mittheilungen von Moniez (67), Seligo (84, 85), Asper (4, 5) und Heuscher (37)].

Das lässt sich ohne weiteres auch auf unsere Rhätikonseen anwenden, mit Ausnahme des sehr tiefen Lünersees, der eigentliche Grundbewohner beherbergt. Doch wird auch dort die Grenze zwischen littoraler und profunder Fauna stark durch den Umstand verwischt, dass manche Tiefseethiere der Ebene im Hochgebirge Bewohner des Ufers werden können. Wie schon letztes Jahr gezeigt wurde (100, 102), herrschen in den tieferen Schichten der grossen Seen der Ebene und in der Uferzone der kleinen Alpenwasserbecken theilweise analoge äussere Bedingungen, die auch eine theilweise gleiche Fauna an den zwei so weit voneinander abliegenden Lokalitäten schaffen. Aehnlich sind an beiden Orten die tiefen Temperaturen, ähnlich die ungünstigen Ernährungsverhältnisse, die Ruhe des Wassers, der Sauerstoffmangel. Sämmtliche auch im Jahr 1890 littoral und in geringer Tiefe im Rhätikon gesammelten *Pisidien* tragen den durchaus charakteristischen Stempel, den sonst nur die Tiefsee diesen Muscheln aufdrückt. Clessin (17) hat bekanntlich die Gruppe der Tiefseepisidien durch anatomische Merkmale umschrieben. Es sind Kümmerformen, die wohl kräftig ins Leben treten, in Folge der ungünstigen äusseren Bedingungen aber in der weiteren Entwicklung zurückbleiben. Aehnliches gilt für die *Pisidien* des Hochgebirges. Sie sind im ganzen nicht so durchgreifend, immerhin aber in der gleichen Richtung verändert, wie ihre Verwandten der Tiefsee. So können sie theilweise noch auf littorale Formen der Ebene — *P. fossarinum, P. nitidum, P. ovatum* — bezogen werden. Daneben findet sich schon am Ufer der Alpenseen die reine Tiefseeform der Ebene *P. Foreli.* Im Lünersee tritt sie am Ufer nur vereinzelt, in der Tiefe dagegen häufig auf.

Littoral wurde auch dies Jahr wieder der Tiefenbewohner der grossen subalpinen Seen *Lebertia tau-in-*

signitus erbeutet. Endlich haben wir den Fund eines weiteren typischen Bürgers der tiefen Wasserschichten am Ufer der Rhätikonseen zu verzeichnen. Es ist dies *Saenuris velutina, Grube,* ein schöner, wohl charakterisirter Ringelwurm, der in den grossen Tiefen des Genfersees von Forel (25) und Duplessis (20) häufig getroffen wurde. Nie gelang es aber diesen Forschern das Thier am Ufer zu entdecken. Unter ähnlichen Umständen fand ihn Asper (4) in mehreren grösseren Schweizerseen. In Partnun, Tilisuna, Garschina und am Lünersee lebt *Saenuris velutina* häufig unter den Steinen und im Schlamm des Ufers.

Die eigenthümliche Uebereinstimmung zwischen Tiefseeformen und littoralen Alpenthieren wird uns einst einen Rückschluss auf die Bedingungen gestatten, die bei der Entstehung der Tiefseefauna hauptsächlich formbildend wirkten. Auch die Tiefenbewohner der Oceane nähern sich gegen die kalten Pole hin mehr und mehr der Oberfläche, ein Gegenstück zu unseren in den Alpen gesammelten Erfahrungen, auf das mich W. Marshall noch specieller aufmerksam machte.

Durch die Excursion vom Sommer 1890 sind wir unserem Ziele um einen guten Schritt näher gekommen, die Zusammensetzung der Fauna der Rhätikonseen zu bestimmen und ihre allfällig von Ort zu Ort sich zeigende Verschiedenheit als durch äussere Ursachen bedingt zu erklären. Auch die biologische Seite unserer Aufgabe ist neu beleuchtet worden. Sie lässt sich in weitem Sinne so fassen: wie wird Thiergestalt, Thierbau und Thierleben von den so eigenthümlichen physikalischen Bedingungen des Hochgebirgs beeinflusst.

Thoulet (88) in seinem an die französische Regierung erstatteten Bericht über das Seenstudium in der Schweiz stellt den Satz auf: „Un animal ou une plante sont de véritables instruments de physique dont les indications, pour être compliquées, n'en sont pas moins très précises. Si un thermomètre se borne à indiquer des variations de température et un aréomètre des variatons de densité, l'être vivant, animal ou végétal, marque et mesure un ensemble complexe de circonstances par le fait seul de sa présence. Au cas où l'ensemble des conditions n'est pas celui qui leur convient, l'animal, doué du pouvoir de locomotion, s'enfuit ou meurt, et la plante, privée de la faculté de se mouvoir, périt."

Diese Messung und Wiederspieglung der äusseren Verhältnisse im Thierkörper und in der Thierentwicklung festzustellen ist die Endaufgabe der an den Rhätikonseen begonnenen Arbeit. Thoulets Satz unserer Publikation als Devise vorangestellt, hätte gleichzeitig Richtung und Gesichtspunkt der unternommenen Studien angedeutet. Es wird nun noch langen und eifrigen Suchens und Sammelns und fleissiger Durcharbeitung des gewonnenen Materials bedürfen, bis sich ein faunistisches und biologisches Gesammtbild der Hochgebirgsseen der stolzen Rhätikonkette herausgestalten kann. In den blauen Seen, den raschen, klaren Wasserläufen, den dunkeln Höhlen des Gebirges, werden wir zu verschiedener Tages- und Jahreszeit den thierischen Wesen nachzugehen haben.

Sollte aber auch das Endresultat nur theilweise erreicht werden, eines ist schon heute gesichert. Es sind die Excursionen in den Rhätikon zu einem starken Quell lebendigster und schönster gegenseitiger Anregung für meine Begleiter und mich geworden. Unsere nächtlichen Netzzüge, die der vom pelagischen Leben wimmelnden

Oberfläche galten, die Erbeutung der Geschöpfe der tieferen Wasserschichten, sind ebensoviele bleibende Illustrationen für Verhältnisse, die sich durch blosse akademische Vorlesung nie und nimmermehr in ihrer ganzen Bedeutung und Tragweite schildern lassen. Die Freude und das Interesse, die meine Begleiter für unsere gemeinsame Arbeit zeigten, war für mich stets eine neue, frohe Aufmunterung. So werden uns die in täglichem engem Verkehr im Hochgebirge zusammen verlebten Ferienwochen eine dauernde schöne Erinnerung bleiben und zudem für beide Theile, Schüler wie Lehrer, ihre Früchte zeitigen.

Tabelle I.

Verzeichniss der im Sommer 1890 in den Rhätikonseen gesammelten Thiere.

Standorte:	Partnun (P.)	1874	m. s. m.
	Tilisuna (T.)	2102	„ „ „
	Garschina (G.)	2189	„ „ „
	Lünersee (L.)	1943	„ „ „
	Brunnen von Partnun . .	1772	„ „ „
	„ „ Gafien . .	1742	„ „ „
	„ am Schollberg .	1962	„ „ „
	Bäche von Plassecken ca.	2250	„ „ „

I. **Amoebina:**

1. Difflugia pyriformis, Perty. (G.)

II. **Heliozoa:**

2. Actinophrys sol, Ehrb. (L.)

III. **Flagellata:**

3. Dinobryon sertularia, Ehrb. (L. P. G. T.)

IV. **Ciliata:**

4. Epistylis plicatilis, Ehrb. (G.)
5. Opercularia nutans, Ehrb. (G. P. T.)
6. Vorticella microstoma, Ehrb. (P. G. T. L.)
7. Cothurniopsis vaga, Schrk. (P. G. L. T.)
8. Cothurnia, spec., Ehrb. (P.)
9. Lagenophrys vaginicola, St. (L.)

V. **Archhydrae:**

10. Hydra rhaetica, Asper. (L.)

VI. **Turbellaria:**

11. Monotus lacustris, Zach. (P.)
12. Mesostoma, spec., Dug. (P. T. G. L.)
13. Planaria alpina, Dana (P. T. G. L., Bäche von Plassecken).
14. Planaria subtentaculata Dug. (P. T. Brunnen v. P.)

VII. **Nematodes:**

15. Trilobus pellucidus, Bast. (P. G.)
16. Trilobus gracilis, Bütschli. (T.)
17. Monhystera crassa, Bütschli. (P.)
18. Dorylaimus stagnalis, Duj. (G. L.)
19. Mermis aquatilis, Duj. (G. L. T.)
20. Gordius aquaticus, Duj. (P.)

VIII. **Rotatoria:**

21. Callidina parasitica, Gigl. (G.)
22. Euchlanis dilatata, Ehrb. (P. T. L.)
23. Euchlanis triquetra, Ehrb. (L.)
24. Monocerca bicornis, Ehrb. (P.)
25. Eosphaera elongata, Ehrb. (P.)
26. Eosphaera digitata, Ehrb. (T. L.)
27. Notommata aurita, Ehrb. (P. G. Brunnen v. P.)
28. Anuraea testudo, Ehrb. (L.)
29. Anuraea cochlearis, Gosse. (L. G. P.)
30. Notholca longispina, Kellicott. (P. L.)

IX. **Oligochaetae:**

31. Saenuris velutina, Grube. (P. G. L. T.)
32. Saenuris variegata, Hoffm. (P. G. L.)
33. Bythonomus Lemani, Grube. (P. L. T.)
34. Lumbriculus variegatus, O. F. Müll. (P. G. T. L.)
35. Lumbriculus spec., O. F. Müll. (P. T.)

X. **Hirudinei:**

36. Clepsine bioculata, Sav. (G.)
37. Clepsine complanata, Sav. (G.)

XI. **Cladocera:**

38. Daphnia pulex, Leydig. (L.)
39. Daphnia longispina, Leydig. (P. L. G. T.)
40. Lynceus rostratus, Lilljeb. (P. G. L. T.)
41. Chydorus sphaericus, O. F. Müll. (P. T. L.)
42. Acroperus leucocephalus, Koch. (P.)
43. Macrothrix laticornis, Lilljeb. (T.)

XII. **Ostracoda:**

44. Cypris compressa, Lilljeb. (P. G. T. L.)
45. Cypris candida, Zenker (P. L.)

XIII. **Copepoda:**

46. Cyclops strenuus, Fischer. (P. G. T. L.)
47. Diaptomus, baccillifer, Koelbel. (P. L.)
48. Diaptomus, spec., Claus. (G.)

XIV. **Amphipoda:**

49. Gammarus pulex, Degeer. (G.)
50. Niphargus puteanus, Koch. (Brunnen v. P.)

XV. **Acarina:**

51. Sperchon glandulosus, Könike. (P. T.)
52. Lebertia tau-insignitus, Lebert. (P. T. G. L.)
53. Arrenurus maculator, O. F. Müll. (L.)
54. Hydrachnidenlarve an Phryganidenlarve parasitirend. (L. T.)
55. Trombidium plancum, O. F. Müll. (T.)
56. Trombidium spec. O. F. Müll. (L.)
57. Damaeus geniculatus, C. L. Koch. (L.)

XVI. **Tardigrada:**

58. Macrobiotus macronyx, Duj. (P. L. T. G. Brunnen v. P.)

XVII. **Orthoptera:**

59. Nemura variegata, Oliv. (P. T. G. L. Bäche v. Plasseck.)
60. Nemura nitida, Pictet. (P. T. G. L.)
61. Perla alpina, Pictet. (G. T. P.)
62. Capnia nigra, Pictet. (L. P. T.)
63. Heptagenia longicauda, Vayssière. (P. T. G. Bäche v. Plassecken.)
64. Chloë Rhodani, Pictet (?) (G. L. P. T.)
65. Chloë spec. L. (? larvula) (L. G.)
66. Ephemerenlarve I. (L.)
67. Ephemerenlarve II. (G.)

XVIII. **Neuroptera:**

68. Sialis lutaria, L. (G.)

XIX. **Trichoptera:**

69. Rhyacophila vulgaris, Pictet. (P. T.)
70. Trichostegia variegata, Klti. (G.)
71. Phryganea pilosa, Oliv. (T. P. Brunnen a. Schollberg u. v. Gafien, Bäche v. Plasseck.)

72. Phryganea mixta, Pictet. (T. L. Brunnen am Schollberg.)
73. Goniotaulius flavus, Klti. (?) (G. P.)
74. Chaetopteryx villosa, Fab. (P.)

XX. **Rhynchota:**

75. Hydrometra thoracica, Schml. (P. G.)
76. Hydrometra paludum, Fab. (P.)
77. Corixa cognata, Fieb. (G.)
78. Notonecta glauca, L. (G.)

XXI. **Diptera:**

79. Chironomus plumosus, L. (T. G.)
80. Chironomus spec. I. Meig. (T. L.)
81. Chironomus spec. II. Meig. (T. P. G. L.)
82. Chironomus spec. III. Meig. (T. P.)
83. Chironomus spec. IV. Meig. (T. G. P. L.)
84. Chironomus spec. V. Meig. (G. L. T.)
85. Tanypus spec. I. Meig. (P. G. T. L.)
86. Tanypus spec. II. Meig. (P. T. L.)
87. Corethra plumicornis, Fabr. (G.)
88. Corethra spec. Fabr. (L. G.)
89. Tipula spec. Fabr. (P. T. L.)
90. Dipterenpuppe I. (P.)
91. Dipterenpuppe II. (L.)
92. Dipterenpuppe III. (L.)
93. Dipterenpuppe IV. (T.)
94. Dipterenlarve I. (P. Brunnen v. P.)
95. Dipterenlarve II. (P.)

XXII. **Coleoptera:**

96. Colymbetes congener, Heer. (G.)
97. Hydroporus erythrocephalus, Heer. (G.)
98. Hydroporus palustris, Heer. (G.)
99. Hydroporus nivalis, Heer. (G. Brunnen v. Gafien.)
100. Hydroporus nigrita, Heer. (G.)
101. Hydroporus planus, Heer. (G.)
102. Hydroporus piceus, Heer. (T.)
103. Hydroporus castaneus, Aubé. (?). (P.)
104. Käferlarve I. (Bäche v. Plassecken.)
105. Käferlarve II. (L.)

XXIII. **Lamellibranchiata:**

106. Pisidium fossarinum, Cless. (P. T.)
107. Pisidium ovatum, Cless. (T.)
108. Pisidium Foreli, Cless. (L. P.)
109. Pisidium nitidum, Jenyns. (G.)
110. Pisidium nitidum, var. lacustris, Cless. (G. L. T.)

XXIV. **Gastropoda:**

111. Limnaea truncatula, Müll. (G. P. T. L.)
112. Limnaea ventricosa, Moq. Tand. (G. P. L.)

XXV. **Bryozoa:**

113. Fredericella sultana, Gerv. (L. T.)

XXVI. **Pisces:**

114. Phoxinus laevis, Ag. (P. T. G.)
115. Cottus gobio, L. (P. T. L. G.)
116. Trutta fario, L. (P.)

XXVII. **Amphibia:**

117. Rana temporaria, L. (P. T. G.)
118. Hyla arborea, L. (L.)
119. Triton alpestris, Laur. (G.)

Partnun	65	Species
Tilisuna	54	„
Lünersee	58	„
Garschina	61	„
Brunnen von Partnun	5	„
„ „ Gafien u. Schollberg	3	„
Bäche von Plassecken	5	„

Tabelle II.

	Garschina 2189 m.	Partnun 1874 m.	Tilisuna 2102 m.	Lünersee 1943 m.
Amoebina:	Difflugia pyriformis, Perty.	—	—	—
Heliozoa:	—	—	—	Actinophrys sol, Ehrb.
Flagellata:	Dinobryon sertularia, Ehrb.	Dinobryon sertularia, Ehrb.	Dinobryon sertularia, Ehrb.	Dinobryon sertularia, Ehrb.
Ciliata:	Epistylis plicatilis, Ehrb.	—	—	—
	Opercularia nutans, Ehrb.	Opercularia nutans, Ehrb.	Opercularia nutans, Ehrb.	—
	Vorticella microstoma, Ehrb.	Vorticella microstoma, Ehrb.	Vorticella microstoma, Ehrb.	Vorticella microstoma, Ehrb.
	Cothurniopsis vaga, Schrk.	Cothurniopsis vaga, Schrk.	Cothurniopsis vaga, Schrk.	Cothurniopsis vaga, Schrk.
	—	Cothurnia, spec. Ehrb.	—	— [St.
	—	—	—	Lagenophrys vaginicola,
Archhydrae:	—	—	—	Hydra rhaetica, Asper.
Turbellaria:	—	Monotus lacustris, Zach.	—	—
	Mesostoma, spec. Dug.	Mesostoma, spec. Dug.	Mesostoma, spec. Dug.	Mesostoma, spec. Dug.
	Planaria alpina, Dana.	Planaria alpina, Dana.	Planaria alpina, Dana.	Planaria alpina, Dana.
	—	Planaria subtentaculata, Dug.	Planaria subtentaculata, Dug.	—
Nematodes:	Trilobus pellucidus, Bast.	Trilobus pellucidus, Bast.	—	—
	—	—	Trilobus gracilis, Bütschli.	—
	—	Monhystera crassa, Bütschli.	—	—

	Dorylaimus stagnalis, Duj.	—	—	Dorylaimus stagnalis, Duj.
	Mermis aquatilis, Duj.	Mermis aquatilis, Duj.	Mermis aquatilis, Duj.	—
	—	Gordius aquaticus, Duj.	—	—
Rotatoria:	Callidina parasitica, Gigl.	—	—	—
	—	Euchlanis dilatata, Ehrb.	Euchlanis dilatata, Ehrb.	Euchlanis dilatata, Ehrb.
	—	—	—	Euchlanis triquetra, Ehrb.
	—	Monocerca bicornis, Ehrb.	—	—
	—	Eosphaera elongata, Ehrb.	—	—
	—	—	Eosphaera digitata, Ehrb.	Eosphaera digitata, Ehrb.
	Notommata aurita, Ehrb.	Notommata aurita, Ehrb.	—	—
	—	—	—	Anuraea testudo, Ehrb.
	Anuraea cochlearis, Gosse.	Anuraea cochlearis, Gosse.	—	Anuraea cochlearis, Gosse.
	—	Notholca longispina, Kellicott.	—	Notholca longispina, Kellicott.
Oligochaetae:	Saenuris velutina, Grube.	Saenuris velutina, Grube.	Saenuris velutina, Grube.	Saenuris velutina, Grube.
	Saenuris variegata, Hoffm.	Saenuris variegata, Hoffm.	—	Saenuris variegata, Hoffm.
	—	Bythonomus Lemani, Grube.	Bythonomus Lemani, Grube.	Bythonomus Lemani, Grube.
	Lumbriculus variegatus, O. F. Müll.	Lumbriculus variegatus, O. F. Müll.	Lumbriculus variegatus, O. F. Müll.	Lumbriculus variegatus, O. F. Müll.
	—	Lumbriculus, spec., O. F. Müll.	Lumbriculus. spec., O. F. Müll.	—
Hirudinei:	Clepsine bioculata, Sav.	—	—	—
	Clepsine complanata, Sav.	—	—	—
Cladocera:	—	—	—	Daphnia pulex, Leydig.

	Daphnia longispina, Leydig.	Daphnia longispina, Leydig.	Daphnia longispina, Leydig.	Daphnia longispina, Leydig.
	Lynceus rostratus, Lilljeb.	Lynceus rostratus, Lilljeb.	Lynceus rostratus, Lilljeb.	Lynceus rostratus, Lilljeb.
	—	Chydorus sphaericus, O. F. Müll.	Chydorus sphaericus, O. F. Müll.	Chydorus sphaericus, O. F. Müll.
	—	Acroperus leucocephalus, Koch.	—	—
	—	—	Macrothrix laticornis, Lilljeb.	—
Ostracoda:	Cypris compressa, Lilljeb.	Cypris compressa, Lilljeb.	Cypris compressa, Lilljeb.	Cypris compressa, Lilljeb.
	—	Cypris candida, Zenker.	—	Cypris candida, Zenker.
Copepoda:	Cyclops strenuus, Fischer.	Cyclops strenuus, Fischer.	Cyclops strenuus, Fischer.	Cyclops strenuus, Fischer.
	—	Diaptomus baccillifer, Koelbel.	—	Diaptomus baccillifer, Koelbel.
	Diaptomus, spec. Claus.	—	—	—
Amphipoda:	Gammarus pulex, Degeer.	—	—	—
Acarina:	—	Sperchon glandulosus, Könike.	Sperchon glandulosus, Könike.	—
	Lebertia tau-insignatus, Lebert.	Lebertia tau-insignatus, Lebert.	Lebertia tau-insignatus, Lebert.	Lebertia tau-insignatus, Lebert.
	—	—	—	Arrenurus maculator, O. F. Müll.
	—	—	Hydrachnidenlarve, an Phryganidenlarve parasitirend.	Hydrachnidenlarve, an Phryganidenlarve parasitirend.

	—	—	Trombidium plancum, O. F. Müll.	—
	—	—	—	Trombidium spec. O. F. Müll.
	—	—	—	Damaeus geniculatus, C. L. Koch.
Tardigrada:	Macrobiotus macronyx, Duj.	Macrobiotus macronyx, Duj.	Macrobiotus macronyx, Duj.	Macrobiotus macronyx, Duj.
Orthoptera:	Nemura variegata, Oliv.	Nemura variegata, Oliv.	Nemura variegata, Oliv.	Nemura variegata, Oliv.
	Nemura nitida, Pictet.	Nemura nitida, Pictet.	Nemura nitida, Pictet.	Nemura nitida, Pictet.
	Perla alpina, Pictet.	Perla alpina, Pictet.	Perla alpina, Pictet.	—
	—	Capnia nigra, Pictet.	Capnia nigra, Pictet.	Capnia nigra, Pictet.
	Heptagenia longicauda, Vayssière.	Heptagenia longicauda, Vayssière.	Heptagenia longicauda, Vayssière.	—
	Chloë Rhodani, Pictet. (?)	Chloë Rhodani, Pictet. (?)	Chloë Rhodani, Pictet. (?)	Chloë Rhodani, Pictet. (?)
	Chloë spec. L (? larvula).	—	—	Chloë spec. L (? larvula).
	—	—	—	Ephemerenlarve I.
	Ephemerenlarve II.	—	—	—
Neuroptera:	Sialis lutaria, L.	—	—	—
Trichoptera:	—	Rhyacophila vulgaris, Pictet.	Rhyacophila vulgaris, Pictet.	—
	Trichostegia variegata, Klti.	—	—	—
	—	Phryganea pilosa, Oliv.	Phryganea pilosa, Oliv.	—
	—	—	Phryganea mixta, Pictet.	Phryganea mixta, Pictet.

	Goniotaulius flavus, Klti. (?)	Goniotaulius flavus, Klti. (?)	—	—
	—	Chaetopteryx villosa, Fab.	—	—
Rhynchota:	Hydrometra thoracica, Schml.	Hydrometra thoracica, Schml.	—	—
	—	Hydrometra paludum, Fab.	—	—
	Corixa cognata, Fieb.	—	—	—
	Notonecta glauca, L.	—	—	—
Diptera:	Chironomus plumosus, L.	—	Chironomus plumosus, L.	—
	—	—	Chironomus spec. I. Meig.	Chironomus spec. I. Meig.
	Chironomus spec. II. Meig.	Chironomus spec. II. Meig.	Chironomus spec. II. Meig.	Chironomus spec. II. Meig.
	—	Chironomus spec. III. Meig.	Chironomus spec. III. Meig.	—
	Chironomus spec. IV. Meig.	Chironomus spec. IV. Meig.	Chironomus spec. IV. Meig.	Chironomus spec. IV. Meig.
	Chironomus spec. V. Meig.	—	Chironomus spec. V. Meig.	Chironomus spec. V. Meig.
	Tanypus spec. I. Meig.	Tanypus spec. I. Meig.	Tanypus spec. I. Meig.	Tanypus spec. I. Meig.
	—	Tanypus spec. II. Meig.	Tanypus spec. II. Meig.	Tanypus spec. II. Meig.
	Corethra plumicornis, Fabr.	—	—	—
	Corethra spec. Fabr.	—	—	Corethra spec. Fabr.
	—	Tipula spec. Fabr.	Tipula spec. Fabr.	Tipula spec. Fabr.
	—	Dipterenpuppe, I.	—	—

	—	—	—	Dipterenpuppe, II.
	—	—	—	Dipterenpuppe, III.
	—	—	Dipterenpuppe IV.	—
	—	Dipterenlarve I.	—	—
	—	Dipterenlarve II.	—	—
Coleoptera:	Colymbetes congener, Heer.	—	—	—
	Hydroporus erythrocephalus, Heer.	—	—	—
	Hydroporus palustris, Heer.	—	—	—
	Hydroporus nivalis, Heer.	—	—	—
	Hydroporus nigrita, Heer.	—	—	—
	Hydroporus planus, Heer.	—	—	—
	—	—	Hydroporus piceus, Heer.	—
	—	Hydroporus castaneus, Aubé (?).	—	—
	—	—	—	Käferlarve II.
Lamellibranchiata:	—	Pisidium fossarinum, Cless.	Pisidium fossarinum, Cless.	—
	—	—	Pisidium ovatum, Cless.	—
	—	Pisidium Foreli, Cless.	—	Pisidium Foreli, Cless.
	Pisidium nitidum, Jenyns.	—	—	—
	Pisidium nitidum, var. lacustris, Cless.	—	Pisidium nitidum, var. lacustris, Cless.	Pisidium nitidum, var. lacustris, Cless.

Gastropoda:	Limnaea truncatula, Müll.	Limnaea truncatula, Müll.	Limnaea truncatula, Müll.	Limnaea truncatula, Müll.
	Limnaea ventricosa, Moq. Tand.	Limnaea ventricosa, Moq. Tand.	—	Limnaea ventricosa, Moq. Tand.
Bryozoa:	—	—	Fredericella sultana, Gerv.	Fredericella sultana, Gerv.
Pisces:	Phoxinus laevis, Ag.	Phoxinus laevis, Ag.	Phoxinus laevis, Ag.	—
	Cottus gobio, L.	Cottus gobio, L.	Cottus gobio, L.	Cottus gobio, L.
	—	Trutta fario, L.	—	—
Amphibia:	Rana temporaria, L.	Rana temporaria, L.	Rana temporaria, L.	—
	Triton alpestris, Laur.	—	—	—
				Hyla arborea, L.

	Brunnen v. Partnun 1772 m.	Bäche v. Plassecken ca. 2250 m.	Brunnen v. Gafien 1742 m.	Brunnen am Schollberg 1962 m.
Turbellaria:	—	Planaria alpina, Dana.	—	—
	Planaria subtentaculata, Dug.	—	—	—
Rotatoria:	Notommata aurita, Ehrb.	—	—	—
	—	—	—	—
Amphipoda:	Niphargus puteanus, Koch.	—	—	—
	—	—	—	—
Tardigrada:	Macrobiotus macronyx, Duj.	—	—	—
	—	—	—	—
Orthoptera:	—	Nemura variegata, Oliv.	—	—
	—	Heptagenia longicauda, Vayssière.	—	—
Trichoptera:	—	Phryganea pilosa, Oliv.	Phryganea pilosa, Oliv.	Phryganea pilosa, Oliv.
	—	—	—	Phryganea mixta, Pictet.
Diptera:	Dipterenlarve I.	—	—	—
	—	—	—	—
Coleoptera:	—	—	Hydroporus nivalis, Heer.	—
	—	Käferlarve I.	—	—

Litteratur.

1. Am Stein, J. G.: Die Mollusken Graubündens. Jahresber. d. naturf. Ges. Graubündens, 1883—1884.
2. Amyot, C. J. B. et Serville Audinet: Histoire naturelle des insectes hémiptères.
3. Asper, G.: Wenig bekannte Gesellschaften kleiner Thiere unserer Schweizerseen. Neujahrsbl. d. Zürcher naturf. Ges. 1881.
4. — —: Beiträge zur Kenntniss der Tiefseefauna der Schweizerseen. Zool. Anz. Jahrg. III. 1880.
5. Asper, G. und J. Heuscher: Zur Naturgeschichte der Alpenseen. Ber. über d. Thätigkeit d. St. Gall. naturw. Ges. 1885/86.
6. Aubé, Ch.: Iconographie et histoire naturelle des Coléoptères d'Europe. T. V.
7. Barrois, Th.: Matériaux pour servir à l'étude de la faune des eaux douces des Açores. I. Hydrachnides. 1887.
8. Barrois, Th et R. Moniez: Matériaux pour servir à l'étude de la faune des eaux douces des Açores. IV. Crustacés.
9. Bastian, H. Ch.: Monograph of the Anguillulidae or free Nematoids, marine, land, and freshwater; with description of 100 new species: Transactions of the Linnean Soc. of London· Vol. XXV. 1866.
10. Blanchard, R.: Sur une carotine d'origine animale, constituant le pigment rouge des Diaptomus. Mém. de la soc. zool. de France. T. III.
11. Blanchard, R. et J. Richard: Sur les crustacés des Sebkhas et des Choots d'Algérie. Bull. soc. zool. France. T. XV. 1890.
12. Brandt, A.: Von den armenischen Alpenseen. Zool. Anz. Jahrg. II. 1879 u. III. 1880.
13. Bugnion, E.: Notes sur les globules sanguins du Mermis aquatilis. Actes de la soc. helvétique des sciences nat. réunie à Bex. 1877.
14. Burmeister, H.: Handbuch der Entomologie. Bd. II.
15. Bütschli, O.: Beiträge zur Kenntniss der freilebenden Nematoden. Nova Acta Acad. Caes. Leopold. Carol. German. Naturae Curiosorum. T. XIII. 1873.
16. Claus, C.: Die freilebenden Copepoden. 1863.

17. Clessin, S.: Beiträge zur Molluskenfauna der oberbayrischen Seen. Correspondenzblatt d. zoolog. mineralog. Vereines in Regensburg. Jahrg. 27. 1873 und Jahrg. 28. 1874.
18. Crisp, F.: New Swiss Rotatoria. Zool. Anz. Jahrg. VI. 1883.
19. De Man, J. G.: Die einheimischen, frei in der reinen Erde und im süssen Wasser lebenden Nematoden. Tijdschrift d. Nederlandsche Dierk. Vereen. Deel V. 1881.
20. Duplessis, G.: Essai sur la faune profonde des lacs de la Suisse. Nouveaux mémoires de la société helvétique des sciences naturelles. Vol. XXIX. 1885.
21. — —: Sur l'origine et la répartition des Turbellariés de la faune profonde du Léman. Actes de la soc. helvétique des sciences nat. réunie à Bex. 1877.
22. Ehrenberg, D. C. G.: Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen.
23. Fatio, V.: Poissons de la Suisse. Archives des sciences physiques et naturelles, octobre-novembre 1890.
24. Fieber, F. X.: Die europäischen Hemiptera.
25. Forel, A. F.: La faune profonde des lacs suisses. Nouveaux mémoires de la société helvétique des sciences naturelles. Vol. XXIX. 1885.
26. Frey-Gessner, E.: Beitrag zur Hemipterenfauna Graubündens. Jahresber. d. naturf. Ges. Graubündens. Bd. XVI. 1870—71.
27. de Guerne, J.: Excursions zoologiques dans les îles de Fayal et de San Miguel (Açores). Campagnes scientifiques du yacht monégasque l'Hirondelle. Troisième année 1887.
28. — —: Sur la dissémination des organismes d'eau douce par les palmipèdes. Compt. rend. hebdom. des séances de la soc. de Biologie. Série 8. T. V. 1888.
29. de Guerne, J. et J. Richard: Sur la distribution géographique du genre Diaptomus. Compt. rend. Acad. Paris, 1888.
30. — —: Sur la faune des eaux douces du Groenland. ibid. 1889.
31. — —: Note sur les entomostracés d'eau douce recueillis par M. Ch. Rabot dans la province de Nordland, Norvège septentrionale. Bull. soc. zoolog. France. T. XIV. 1889.
32. — —; La distribution géographique des Calanides d'eau douce.

Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Paris 1889.

33. Grube, E.: Untersuchungen über die physikalische Beschaffenheit und die Flora und Fauna der Schweizer Seen. Jahresber. d. Schles. Gesellschaft f. vaterl. Kultur. Jahrg. 56. 1878.

34. Heer, O.: Fauna Coleopterorum helvetica. 1841.

35. — —: Ueber die obersten Grenzen des thierischen und pflanzlichen Lebens in den Schweizeralpen. An die Zürcherische Jugend auf das Jahr 1845 von d. naturf. Gesellschaft.

36. Herrich-Schäffer, G. A. W.: Die wanzenartigen Insekten. Bd. 9.

37. Heuscher, J.: Zur Naturgeschichte der Alpenseen. Jahresber. d. St. Gall. naturwiss. Ges. 1888/89.

38. Hoffmeister. W.: De vermibus quibusdam ad genus lumbricorum pertinentibus.

39. Hosius, A.: Ueber die Gammarusarten der Gegend von Bonn. Archiv f. Naturgeschichte. Jahrg. 16. 1850.

40. Hudson, C. T. and P. H. Gosse: The Rotifera or wheel-animalcules. 1886.

41. Imhof, Ed.: S. A. C. Itinerarium für 1890/91. Der Rhätikon, das Plessurgebirge u. die westl. Ausläufer der Silvrettagruppe.

42. Imhof, O. E.: Die pelagische Fauna und die Tiefseefauna der zwei Savoyerseen: lac du Bourget et lac d'Annecy. Zool. Anz. Jahrg. VI. 1883.

43. — —: Studien zur Kenntniss der pelagischen Fauna der Schweizerseen. ibid.

44. — —: Weitere Mittheilung über die pelagische Fauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz. Jahrg. VII. 1884.

45. — —: Resultate meiner Studien über die Fauna kleinerer und grösserer Süsswasserbecken in der Schweiz. Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. XL. 1884.

46. — —: Notizen über die pelagische Fauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz. Jahrg. X. 1887.

47. — —: Fauna der Süsswasserbecken. Zool. Anz. Jahrg. XI. 1888.

48. — —: Notizen über die Süsswasser-Calaniden. Zool. Anz. Jahrg. XIII. 1890.

49. Imhof, O. E.: Représentants de la faune pélagique des bassins d'eau douce. Archives des sciences physiques et naturelles, octobre-novembre 1890.
50. — —: Die Fortschritte in der Erforschung der Thierwelt der Seen. Vortrag f. d. schweiz. Naturforscher-Versammlung in Davos 1890.
51. — —: Ueber die pelagische Fauna einiger Seen des Schwarzwalds. Zool. Anz. Jahrg. XIV. 1891.
52. — —: Die Fauna des Bodensees. ibid.
53. Kennel, J.: Untersuchungen an neuen Turbellarien. Zool. Jahrbücher. Abtheilung f. Anatomie u. Ontogenie der Thiere. Bd. III. 1889.
54. Kolenati, F. A.: Genera et species Trichopterorum. Nouveaux mémoires de la société des naturalistes de Moscou. T. XI. 1859.
55. Könike, F.: Zwei neue Hydrachniden aus dem Isergebirge. Zeitschrift f. wiss. Zoolog. Bd. XLIII. 1886.
56. — —: Verzeichniss von im Harz gesammelten Hydrachniden. Abhandlgen. naturw. Ver. Bremen, Bd. VIII. 1883.
57. Labram, J. D. und Imhoff, L.: Insekten der Schweiz, die vorzüglichsten Gattungen je durch eine Art dargestellt. Bd. 3.
58. Leydig, F.: Naturgeschichte der Daphniden. 1860.
59. Lilljeborg, W.: De Crustaceis ex ordinibus tribus: Cladocera, Ostracoda et Copepoda in Scania occurentibus. 1853.
60. Löwl, F.: Der Lünersee. Zeitsch. d. deutschen u. oesterreich. Alpenvereins. Bd. 19. 1888.
61. Moniez, R.: Liste des Copépodes, Ostracodes, Cladocères et de quelques autres crustacés recueillis à Lille en 1886. Bulletin de la soc. zoolog. de France. T. XII. 1887.
62. — —: Notes sur des Ostracodes, Cladocères et Hydrachnides observées en Normandie. Bullet. de la soc. d'études scientifiques de Paris. Année 10. 1887.
63. — —: Le lac de Gérardmer, dragages et pêches pélagiques. Feuille des jeunes naturalistes. Année 17. 1886.
64. — —: Sur la faune du Hable d'Ault. Revue biologique du Nord de la France. T. I. 1888—1889.
65. — —: Sur quelques Cladocères et sur un Ostracode nouveaux du lac Titicaca. ibid.

66. Moniez, R.: Notes sur la faune des eaux douces de la Sicile. Feuille des jeunes naturalistes. Année 20. 1889.
67. — —: Pêches de M. Adrien Dollfus en quelques points de la France et de la Hollande. Bullet. de la société d'études scientifiques de Paris. Année 12. 1889.
68. — —: Pêches de M. Dollfus dans les lacs de l'Engadine et du Tyrol. Feuille des jeunes naturalistes. Année 17. 1886.
69. — —: Faune des eaux souterraines du département du nord et en particulier de la ville de Lille. Revue biologique du Nord de la France. Année 1. 1889.
70. v. Mojsisovics: Beiträge zur topischen Geologie der Alpen. Jahrb. d. geol. Reichsanstalt 1873.
71. Nordquist, O.: Die Calaniden Finlands. Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk. Heft 47.
72. Pictet, F. J.: Recherches pour servir à l'histoire et à l'anatomie des Phryganides.
73. — —: Mémoire sur les larves des Némoures. Annales des sciences naturelles. T. XXVI.
74. — —: Mémoires sur les métamorphoses des Perles. ibid. T. XXVIII.
75. — —: Histoire naturelle générale et particulière des insectes névroptères. Famille des Perlides. 1842.
76. — —: Histoire naturelle générale et particulière des insectes névroptères. Famille des Ephémérines. 1843.
77. v. Planta-Reichenau, A.: Ueber St. Antönien und die Höhlen der Sulzfluh nach dem Montafun. Neue Alpenpost, Bd. VI. 1877.
78. Plate, L. H.: Beiträge zur Naturgeschichte der Tardigraden. Zoolog. Jahrbücher, Abtheilung f. Anatomie u. Ontogenie der Thiere. Bd. III. 1889.
79. Poppe, S. A.: Notizen zur Fauna der Süsswasserbecken des nordwestl. Deutschlands mit besonderer Berücksichtigung der Crustaceen. Abhandlgen. naturw. Ver. Bremen. Bd. 10.
80. Richard, J.: Faune des lacs d'Auvergne (nur Liste).
81. — —: Cladocères et Copépodes non marins de la faune française. Revue scientifique du Bourbonnais. Mars-avril, 1888.
82. — —: Notes sur les pêches effectuées par M. Ch. Rabot dans

les lacs d'Enara, Imandra et dans le Kolozero. Bullet. soc. zoolog. France. T. XIV. 1889.

83. de Rougemont, Ph.: Etude de la faune des eaux privées de lumière. Histoire naturelle du Gammarus puteanus, Koch.

84. Seligo: Die Gewässer bei Danzig und ihre Fauna. Mittheilungen über Fischerei in Westpreussen.

85. — —; Hydrobiologische Untersuchungen. I. Zur Kenntniss der Lebensverhältnisse in einigen westpreussischen Seen. Schriften der naturf. Ges. zu Danzig. Bd. 7. N. F. Heft 3. 1890.

86. Spence Bate, C.: Catalogue of the specimens of Amphipodous Crustacea in the collection of the British Museum.

87. Suter-Naef, H.: Notizen über die Tiefseemolluskenfauna einiger schweizerischer Seen. Zool. Anz. Jahrg. III. 1880.

88. Thoulet, J.: L'étude des lacs en Suisse. Rapport sur une mission du ministre de l'instruction publique. Archives des missions scientifiques et littéraires. 1890.

89. Vayssière, A.: Sur l'organisation des larves des Ephémérines. Annales des sciences naturelles. Série 6. T. XIII.

90. Vernet, H.: Observations anatomiques et physiologiques sur le genre Cyclops. Genève 1871.

91. Villot, A.: Monographie des dragonneaux. Archives de zoologie expérimentale. T. III. 1874.

92. Vogt, C.: Beiträge zur Naturgeschichte der schweiz. Crustaceen. Neue Denkschriften d. allg. schweiz. Ges. f. d. gesammten Naturwissenschaften, Bd. VII. 1845.

93. Zacharias, O.: Ueber einen Monotus des süssen Wassers. Zool. Anz. Jahrg. VII. 1884.

94. — —: Die Ergebnisse einer zweiten faunistischen Excursion an den grossen und kleinen Koppenteich. Jahresber. d. Schles. Ges. f. vaterländ. Cultur. 1885.

95. — —: Ueber die Verbreitung der Turbellarien in Hochseen. Zool. Anz. Jahrg. XI. 1888.

96. — —: Ueber das Ergebniss einer Seenuntersuchung in der Umgebung von Frankfurt a./O.

97. — —: Zur Kenntniss der niederen Thierwelt des Riesenge-

birges nebst vergleichenden Ausblicken. Forschungen z. deutschen Landes- und Volkskunde. Bd. 4. 1890.

98. Zacharias, O.: Ueber die lacustrisch-biologische Station am grossen Plöner-See. Zool. Anz. Jahrg. XII. 1889.

99. Zenker: Monographie der Ostracoden. Archiv f. Naturgeschichte. Jahrg. 20. 1854.

100. Zschokke, F.: Faunistische Studien an Gebirgsseen. Verhandlungen d. naturf. Ges. Basel. Bd. 9. 1890.

101. — —: Beitrag zur Kenntniss der Fauna von Gebirgsseen. Zool. Anz. Jahrg. XIII. 1890.

102. — —: Faunistisch-biologische Beobachtungen an Gebirgsseen. Biolog. Centralblatt. Bd. 10. 1890.

Die Natur der Funken bei den Hertz'schen elektrischen Schwingungen.

Von

Ed. Hagenbach-Bischoff und **L. Zehnder.**

In den letzten Jahren sind hauptsächlich von Hrn. H. Hertz eine Anzahl Arbeiten erschienen, um durch das Experiment die Richtigkeit der Faraday-Maxwell'schen Anschauung zu beweisen, nach welcher die Fernwirkungen der Induction gedeutet werden als eine durch Wellenfortpflanzung übertragene Energie, ähnlich wie das beim Schall, beim Licht und bei der strahlenden Wärme stattfindet. Es haben diese bedeutenden Arbeiten das grösste Aufsehen erregt, da dadurch der längst gesuchte Zusammenhang von Licht und Elektricität eine ganz bestimmte Form erhielt, und der Unterschied von Lichtstrahlung und elektromagnetischer Strahlung wesentlich auf die verschiedene Grösse der Schwingungszahlen zurückgeführt wurde. Wir haben uns die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, ob die Erscheinungen der elektrischen Schwingungen, so weit sie dem Versuch und der Messung zugänglich sind, uns mit Notwendigkeit zur Annahme der neuen Anschauungen zwingen, oder ob sie nicht aus den bekannten allgemein anerkannten Gesetzen der Induction in vollkommen befriedigender Weise sich erklären lassen.

Vorerst wiederholten wir den höchst interessanten Versuch mit den parabolischen Spiegeln genau nach der Angabe von Hrn. Hertz[1]), und während wir in manchen Punkten seine Resultate genau bestätigt fanden, stiessen wir doch auch auf Erscheinungen, welche die Analogie von Lichtstrahlung und elektromagnetischer Strahlung nicht erwarten liess. So fiel es uns z. B. sehr auf, dass bei mehreren unserer Versuche eine Blechtafel ebensowohl die Funkenbildung im sekundären Leiter aufhob, wenn sie in der Längsstellung, als wenn sie in der Querstellung dazwischen geschoben wurde.



Querstellung Längsstellung

Wir kamen bald zu der Ueberzeugung, dass ein richtiger Einblick in die Vorgänge beim primären und beim sekundären Leiter nur möglich ist, wenn die Beobachtung des Funkens durch Versuche mit elektrischen Messapparaten controllirt wird. Für diese Untersuchungen benützten wir zuerst eigens zu diesem Zwecke construirte Elektroskope mit dünnen Aluminiumblättchen, deren Ausschläge vermittelst eines mit Ocularmikrometer versehenen Mikroskopes abgelesen wurden. Obschon diese Beobachtungsart uns manche gute Dienste leistete, unter Anderem auch den von verschiedenen Forschern untersuchten Einfluss der Verlängerung der sekundären Leitung auf die periodische Zunahme und Abnahme der Inductionserscheinung zu untersuchen gestattete, haben wir

---

[1]) H. Hertz. Ueber Strahlen elektrischer Kraft. Wied. Ann. XXXVI, S. 769.

dieselbe dennoch wieder verlassen, da mannigfache störende Einflüsse die Resultate trübten, und uns den gewöhnlichen allgemein angewandten Messinstrumenten, dem Elektrometer und dem Galvanometer, zugewandt; unsere Hoffnung, dass auch diese reagiren, hat sich in vollem Grade erfüllt.

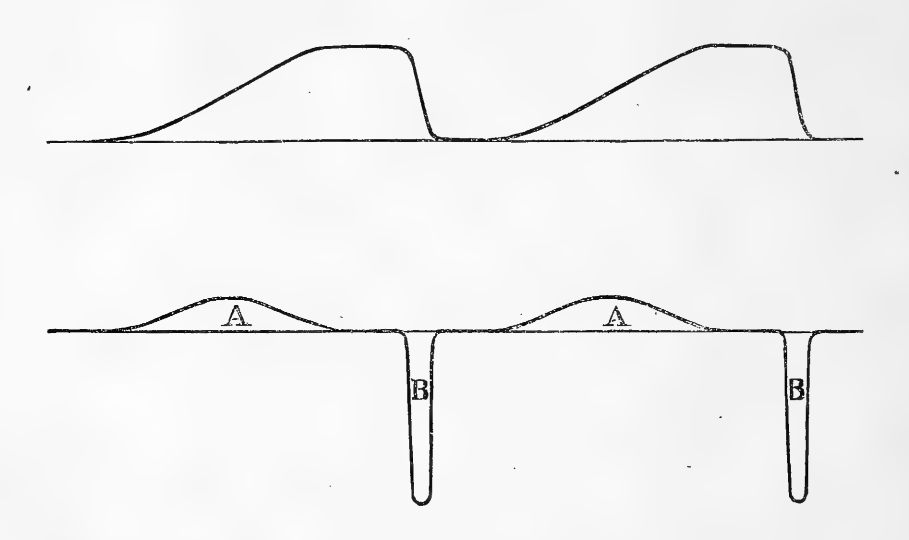
Elektrische Vorgänge im primären Leiter.

Bei unseren Versuchen gaben wir den beiden Hälften des primären Leiters, zwischen welchen die Funken übersprangen, genau die von Hrn. Hertz angewandte Form und Grösse. Als Erreger wandten wir ein Ruhmkorff'sches Inductorium an, dessen Inductionsspule eine Länge von 35 cm. und einen Durchmesser von 15 cm. hatte; die Unterbrechung des von drei Accumulatoren gelieferten etwa 20 Ampère starken Stromes besorgte ein Deprez'scher sehr schnell hin und her schwingender Interruptor.

Obwohl die Theorie dieser grossen Inductorien im Allgemeinen bekannt ist, fanden wir es doch nötig, durch Versuche unseren Ansichten über den Vorgang im primären Leiter einen sicheren Halt zu geben.

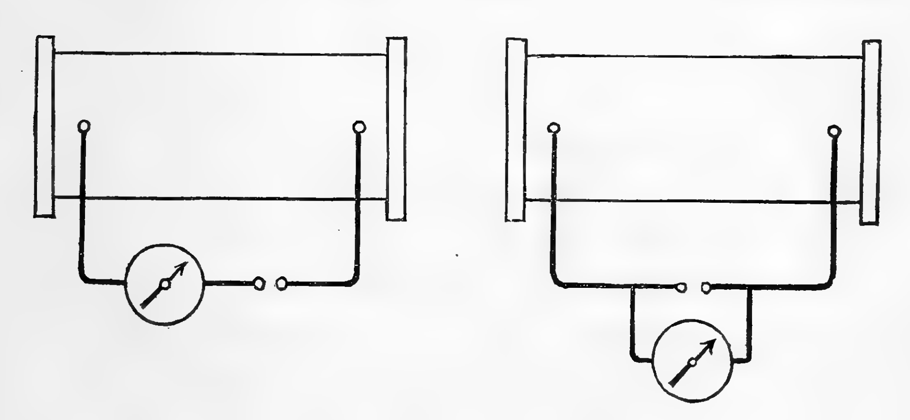
Extrastrom, Condensator und Interruptor bewirken, dass der durch die inducirende Spule laufende Strom langsam ansteigt, möglichst kurze Zeit constant bleibt, plötzlich auf Null abfällt, um dann sofort wieder langsam anzusteigen und so weiter, wie dies durch die obere Curve der nächsten Seite angedeutet ist, bei welcher die Abscissen die Zeit und die Ordinaten die Stromintensitäten $\mathfrak{J}$ darstellen. Nun ruft jede Aenderung dieser Stromstärke in der Inductionsspule einer elektromotorischen Kraft E, welche der Grösse dieser Aenderung $d\mathfrak{J}/dt$ proportional ist. Es zeigt das die untere Curve, bei welcher die Abscissen die gleiche Zeit und die Ordinaten die den

Differentialquotienten der oberen Curve proportionalen Werte von E darstellen, wodurch die Flächen A und B gleichen Inhalt bekommen. Wenn nun die Inductionsspule durch einen leitenden Draht geschlossen ist, so wird derselbe entsprechend der Schliessung und Oeffnung des inducirenden Stromes von entgegengesetzt gerichteten



Inductionsströmen durchflossen, deren Intensitäten wir J nennen wollen; da die den Werten $\int E dt$ entsprechenden Flächen A und B gleich sind, so haben bei constantem Widerstande auch die nach beiden Richtungen gehenden Integralströme $\int J dt$ gleichen Wert, das heisst, es fliesst im Ganzen nach links und nach rechts die gleiche Elektricitätsmenge. Es zeigt deshalb die Nadel eines eingeschalteten langsam schwingenden Galvanometers, wenn man durch Schluss und Oeffnen des Hauptstromes mit der Hand gesondert nur den einen oder nur den andern der beiden inducirten kurze Zeit andauernden Integralströme einwirken lässt, genau gleiche Ausschläge nach links und nach rechts. Folgen jedoch bei Einschaltung des Interruptors die Unterbrechungen hinlänglich schnell auf einander, so kann die Nadel des

Galvanometers den entgegengesetzten Stössen nicht folgen und bleibt deshalb auf dem Ruhepunkt stehen; nur am Anfang zeigt sich ein Ausschlag nach der einen und am Ende ein solcher nach der entgegengesetzten Seite. Sehr verschieden sind jedoch, wie die Curve zeigt, die beiden Ströme in Bezug auf die Spannung, die sie zur Ueberwindung eines Widerstandes aufbieten können; der Inductionsstrom, welcher der Oeffnung des Hauptstromes entspricht, ist der stärker gespannte, und der, welcher der Schliessung entspricht, der schwächer gespannte; so war z. B. bei unserem Apparate der Oeffnungsstrom im Stande eine Funkenstrecke von 40 mm., der Schliessungsstrom aber nur eine solche von 0,13 mm. zu überwinden. Wird deshalb in den Inductionsstrom nach dem Schema links eine Funkenstrecke eingeschaltet,



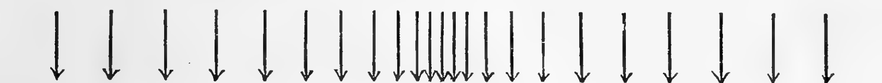
so zeigt das Galvanometer eine der Richtung des Oeffnungsstromes entsprechende Ablenkung an, welche mit Einführung der Funkenstrecke eintritt, bei Erweiterung derselben erst zunimmt, ein Maximum erreicht und dann wieder auf Null herabsinkt, wenn die Funkenstrecke so weit wird, dass keine Funken mehr springen. Eine Wirkung des entgegengesetzt gerichteten schwach gespannten Schliessungsstromes auf das Galvanometer erhält man durch eine Anordnung nach dem

Schema rechts, bei welcher sich der Oeffnungsstrom zum Theil durch die Funkenstrecke entladet, und deshalb der Schliessungsstrom im Galvanometer vorherrscht; es versteht sich von selbst, dass dieser Versuch nur gelingt, wenn die Funkenstrecke klein und der Widerstand im Nebenschluss des Galvanometers gross ist.

Bei dem für unsere Versuche angewandten primären Leiter war der Abstand der Elektroden in der Funkenstrecke nahezu 4 mm.; wir sind also berechtigt anzunehmen, dass nur der Oeffnungsstrom dieselbe überwinden konnte, und dass somit nur in diesem einen Sinn die Elektricität überging. Dieser einseitige Elektricitätsübergang gibt sich auch sehr deutlich an den bekannten durch Substanzüberführung und Oxydation hervorgebrachten Priestley'schen Figuren zu erkennen, da nur die positive Seite die schwarzen Höcker und Löcher und nur die negative Seite die farbigen Ringe zeigte.

Jeder Oeffnung des Hauptstromes entspricht also ein in ganz bestimmtem Sinn überspringender Funke, der jedoch, wie die folgende Betrachtung zeigt, sich unter Umständen aus mehreren schnell auf einander folgenden Partialentladungen zusammensetzen kann. Gibt man nämlich bei gegebener Funkenstrecke den beiden Hälften des Leiters solche Capacitäten, dass die von dem einmaligen Oeffnungsstrome zufliessende Elektricität gerade zur Ladung auf das zur Ueberwindung der Funkenstrecke nötige Potential ausreicht, so wird nur ein Funke springen. Bringt man dann von dieser Stellung aus die beiden Elektroden in einen kleineren Abstand, so braucht es nur eine kleinere Potentialdifferenz und somit auch nur eine kleinere Elektricitätsmenge bis der Funke springt; die von dem Oeffnungsstrom gelieferte Elektricitätsmenge wird also ausreichen, um mehrere Male

hinter einander die beiden Hälften des primären Leiters bis zum Ueberspringen des Funkens zu laden. Die Anzahl dieser Partialentladungen wird mit der Verkleinerung der Funkenstrecke wachsen, und es würden dieselben in gleichen Zeitintervallen auf einander folgen, wenn die elektromotorische Kraft der Inductionsspule, unter deren Druck die Conductoren geladen werden, constant wäre; das findet aber höchstens während der kurzen Zeit der Maximalwirkung statt; so lange die elektromotorische Kraft wächst, werden die Intervalle abnehmen, und so lange dieselbe abnimmt, werden die Intervalle wachsen; die beistehende Figur mag diese veränderlichen Zeitintervalle andeuten.



Der Umstand, dass durch die vorangegangenen Partialentladungen die Funkenstrecke besser leitend wird, kann zur Folge haben, dass für die weiteren Partialentladungen eine kleinere Spannung nötig wird, und dass auch besonders bei kleiner werdender Funkenstrecke von der nachgelieferten Elektricität immer mehr direct abfliesst und deshalb nicht zur Steigerung des Potentiales beiträgt. Hiedurch kann die Art der Zerlegung noch wesentlich beeinflusst werden. Auch wird ausserdem die Selbstinduction dabei eine Rolle spielen.

Wir wollen nun nicht darüber streiten, in wie fern man solche auf einander folgende Partialentladungen, in welche durch die beschränkte Capacität des primären Leiters der dem Oeffnungsstrom entsprechende Funke zerlegt wird, mit dem Namen „Schwingungen“ bezeichnen kann; wir erlauben uns nur die Bemerkung, dass, so weit wir die diesbezüglichen Untersuchungen

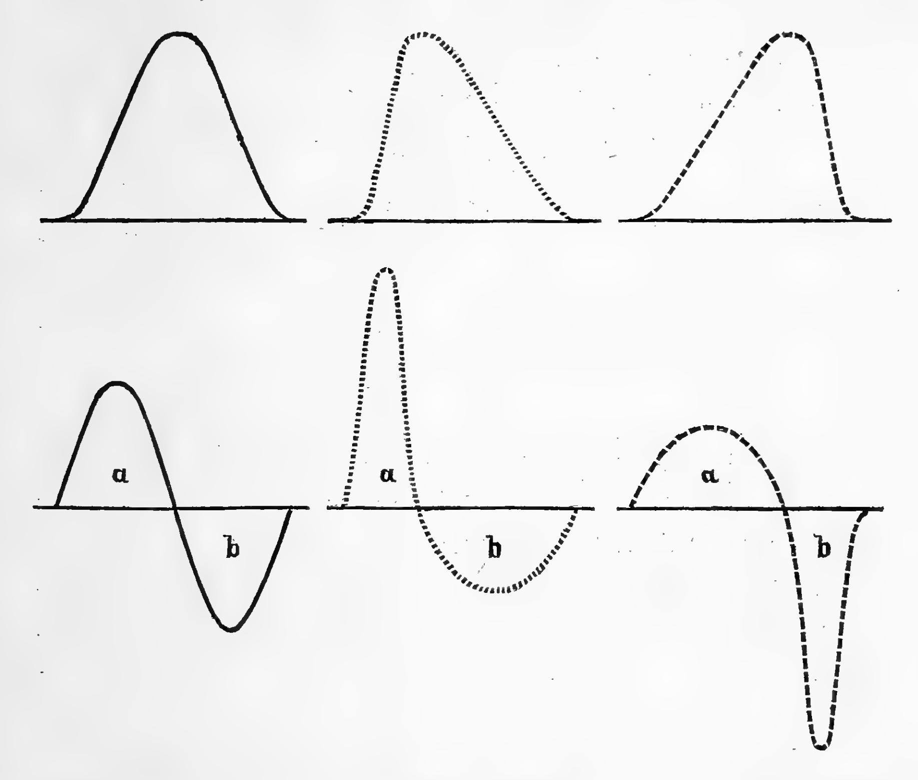
kennen, für die primäre Funkenstrecke durch unmittelbare Versuche ebensowenig das Hin- und Hergehen der Elektricität, entsprechend den Ausschlägen nach entgegengesetzten Seiten, als die Gleichheit der Zeitintervalle nachgewiesen ist, beides Voraussetzungen, die man gewöhnlich bei Schallschwingungen und Lichtschwingungen als selbstverständlich anzusehen pflegt.

Die Zerlegung des Funkens in Partialentladungen spielt, wie wir vermuten, eine Hauptrolle bei den Erscheinungen der sogenannten Resonanz; da wir diesen wichtigen Punkt erst noch näher zu untersuchen beabsichtigen, treten wir darauf einstweilen nicht näher ein.

Elektrische Vorgänge im sekundären Leiter.

Betrachten wir nun die Inductionswirkung, welche eine einseitige Funkenentladung im primären Leiter nach den allgemein anerkannten Gesetzen der Induction hervorbringen muss. Wir sehen dabei der Einfachheit wegen vorläufig von der besprochenen Zerlegung des Funkens in Partialentladungen ab und nehmen ein einmaliges Ueberspringen der Elektricität an. Die Intensität J dieser Funkenströmung wird innerhalb einer ausserordentlich kurzen Zeit zu einem Maximum anwachsen und gleich darauf wieder auf Null zurücksinken; dJ/dt bekommt also einen sehr grossen Wert und wird deshalb auch in einem sekundären Leiter eine verhältnissmässig grosse elektromotorische Kraft e hervorrufen; dem Wachstum der Intensität J, das heisst dem Entstehen des Funkens, entspricht eine elektromotorische Kraft $+ e$, welche einen entgegengesetzt gerichteten Strom zu erzeugen sucht, der Abnahme der Intensität J, das heisst dem Vergehen des Funkens, entspricht eine elektromotorische Kraft $- e$, welche einen gleichgerichteten Strom zu erzeugen sucht.

Bei den oberen Curven stellen die Abscissen die Zeit t und die Ordinaten die Intensität J dar, sie geben also das Gesetz, nach welchem mit der Zeit die Stärke der Funkenströmung sich ändert; bei den unteren Curven haben die Abscissen die gleiche Bedeutung, und die



Ordinaten stellen die durch Induction im sekundären Leiter hervorgerufenen elektromotorischen Kräfte e dar. Bei der ausgezogenen Linie haben wir angenommen, dass J symmetrisch wächst und abnimmt, es werden deshalb die entsprechenden $+ e$ und $- e$ gleich. Gewöhnlich wird dies nicht der Fall sein und J entweder nach Art der punktirten Linie schnell wachsen und langsam abnehmen oder nach Art der gestrichten Linie langsam wachsen und schnell abnehmen, was dann entsprechende Aenderungen im Verlauf von e nach sich ziehen wird. Dabei sind alle möglichen Gestalten der Curven denkbar;

immerhin bleiben die den $+ e$ und $- e$ entsprechenden Flächeninhalte a und b sich stets gleich.

Jeder primäre Funke ruft also in irgend einem Leiter der Umgebung zwei solche entgegengesetzt wirkende ausserordentlich schnell auf einander folgende elektromotorische Kräfte hervor; in Folge dessen wird in jedem sekundären Leiter, wenn darin nirgends Funken springen, genau gleich viel Elektricität in der einen wie in der andern Richtung sich bewegen; und da je zwei solche genau gleich grosse entgegengesetzt wirkende Integralströme in ausserordentlich kurzer Zeit auf einander folgen, so ist es ganz begreiflich, dass Messinstrumente nach Art des Galvanometers oder des constant geladenen Elektrometers, bei welchen entgegengesetzte Ströme entgegengesetzt wirken, nicht die geringste Wirkung nachweisen lassen.

Ganz anders gestaltet sich jedoch der Vorgang, sobald eine Funkenstrecke eingeschaltet wird, die unter Umständen wie ein Ventil wirkt und stark gespannte Ströme leichter als schwach gespannte überspringen lässt.

Bei unseren in sehr grosser Zahl angestellten Versuchen haben wir zuerst wie Herr Hertz einen sekundären Leiter aus Kupferdraht angewandt, dann aber denselben durch zwei 0,5 mm. dicke Messingbleche von 5 cm. Breite und 50 cm. Länge ersetzt; zwischen den beiden Hälften war die Funkenstrecke eingeschaltet und mit den nach innen gekehrten Enden der Leiterhälften durch je 37 cm. lange Kupferdrähte verbunden; die Dimensionen sowohl des Leiters als der Verbindungen mit der Funkenstrecke sind, wie Herr Hertz gezeigt hat, der Resonanz wegen von wesentlichem Einfluss; wir haben deshalb durch den Versuch günstige Bedingungen ausgesucht und besonders darauf gesehen, dass zu beiden Seiten der Funkenstrecke alles genau gleich war. Be-

sondere Sorgfalt wurde auch auf eine möglichst vollkommene Isolation aller Teile des sekundären Leiters verwendet, so wie auf die nur lineare Leitung von den Messingblechen zu der Funkenstrecke. Auch bei dieser wurde die beidseitige Symmetrie beobachtet, und während wir bei den Vorversuchen, wie Herr Hertz, einerseits eine abgerundete Fläche und anderseits eine Spitze anwandten, haben wir bei den definitiven Versuchen zwei 2,2 mm. dicke nach Form der beistehenden Figur abgerundete Platindrähte einander gegenübergestellt und mit einer von der Leitung durch Isolation getrennten Mikrometerschraube die Distanz dieser Elektroden verändert und gemessen.

Bei unseren Versuchen standen sich entweder primärer und sekundärer Leiter frei in verschiedenen Distanzen gegenüber, oder sie waren in die sechs Meter von einander abstehenden Fokallinien zweier parabolischer Cylinderspiegel aus Zinkblech gebracht, welche die gleichen Dimensionen wie die von Hrn. Hertz angewandten hatten. In beiden Fällen war der Charakter der Erscheinung im Wesentlichen gleich; nur machte sich die Verstärkung durch die Spiegel deutlich geltend, indem bei Anwendung derselben in einer Distanz von sechs Metern die Erscheinung ungefähr gleich stark war als ohne Spiegel in einer Distanz von einem Meter; die grösste Distanz, bei der wir ohne Anwendung der Spiegel noch deutliche Messungen anstellen konnten, betrug 2,35 m.

Wir besprechen nun zuerst die Beobachtungen über die Spannungen oder Potentialdifferenzen. Zur Messung derselben diente das bekannte von Carpentier nach der Angabe von Mascart construirte Thomson'sche **Quadrantelektrometer.** Dasselbe wurde bald so

eingeschaltet, dass man der Aluminiumnadel eine constante Ladung gab und die beiden Hälften des sekundären Leiters mit den Quadranten in Verbindung brachte (in diesem Fall gab ein Volt Potentialdifferenz in den Quadranten eine Ablenkung von etwa 6 Skalenteilen), oder dass man die Quadranten mit einer constanten Säule lud und die Aluminiumnadel mit der einen Hälfte des sekundären Leiters in Verbindung brachte (in diesem Fall bewirkte ein Volt in der Nadel eine Ablenkung von etwa 12 Skalenteilen). Die erste Methode war, vielleicht in Folge der mehr symmetrischen Anordnung, in so fern günstiger, als schon bei grösseren Distanzen Funken übersprangen und Ausschläge eintraten; die zweite bot den Vorteil, dass die beiden Hälften des sekundären Leiters gesondert untersucht werden konnten.

Bei allen mit dem Elektrometer angestellten Versuchen traten Ablenkungen ein, sobald ein Ueberspringen der Funken in der Funkenstrecke bemerkbar wurde.

Während, wie wir oben gesehen haben, bei den primären Funken die Elektricität stets in dem gleichen Sinne übergeht, springen im sekundären Leiter die Funken bald in dem einen bald in dem anderen Sinne. Zu dieser Ansicht nötigt uns schon das Aussehen der abgerundeten Enden der Platinelektroden, indem die durch Oxydation gebildeten Figuren auf beiden Seiten ganz genau gleich sind; da die Bemühungen, irgend einen Unterschied wahrzunehmen, erfolglos blieben, so dürfen wir annehmen, dass im Durchschnitt nahezu gleich viel Elektricität in beiden Richtungen übersprang.

Wenn die Distanz der Elektroden in der sekundären Funkenstrecke so eingestellt war, dass die Funken regelmässig übersprangen, so ergab die Ablesung an dem nach der ersten Methode eingeschalteten Elektrometer folgende Erscheinung:

So wie der Hauptstrom geschlossen wurde, der Interruptor zu spielen anfieng und die primären Funken kräftig sprangen, so zeigten sich auch die deutlich sichtbaren Fünkchen in der sekundären Funkenstrecke und zugleich bemerkte man eine merkliche Ablenkung, die je nach Umständen sehr verschiedene Werte annahm; diese Ablenkung war jedoch durchaus nicht constant, sondern die Nadel schwankte fortwährend um 10 bis 20 und noch mehr Skalenteile hin und her; wir bestimmten deshalb nur Mittelwerte der Ablenkung, und um dieselben besser erhalten zu können, wurde die Dämpfung des Elektrometers durch Anbringung eines kleinen durch die Schwefelsäure sich bewegenden Platinbleches vermehrt.

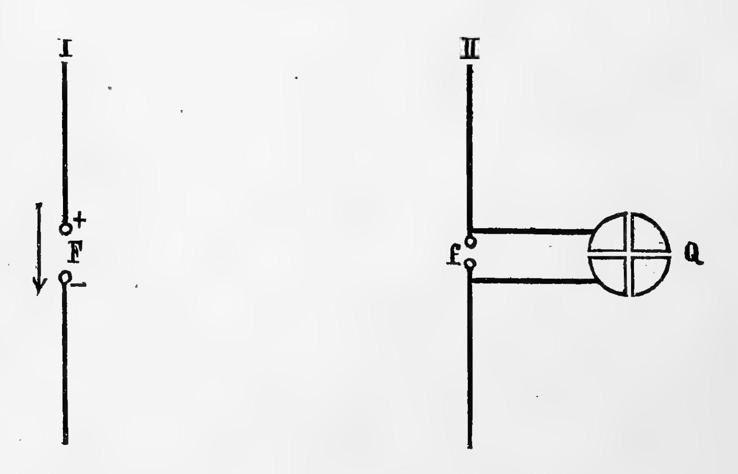
Im Allgemeinen war die Nadel um so ruhiger, je regelmässiger der Interruptor spielte und je gleichförmiger die primären Funken übersprangen, was man besonders an der Art des Zischens und Knallens des primären Funkenspieles merken konnte.

So lange nun der Inductionsapparat in Tätigkeit ist, bleibt diese schwankende Ablenkung ungefähr auf dem gleichen mittleren Werte. So wie man aber den zum Inductorium führenden Strom unterbricht, erhält die Nadel eine ganz constante Ablenkung, die, sowohl was Grösse als was Richtung betrifft, von der früheren schwankenden Ablenkung ganz unabhängig ist und unter Umständen bis über die Skale hinausgeht, was etwa 40 Volt entsprechen mag. So kam es z. B. bei einem unserer Versuche vor, dass, so lange das Inductorium in Tätigkeit war, die Ablenkungen nach r e c h t s zwischen 10 und 20 Skalenteilen schwankten, und dass dann beim Unterbrechen des Hauptstromes sogleich die Nadel nach der l i n k e n Seite bis über 200, d. h. bis über die Skale hinausging und nur ganz langsam, entsprechend dem

durch unvollkommene Isolation bewirkten Elektricitätsverlust wieder zur Ruhelage zurückkehrte.

Um diese Erscheinung zu erklären, müssen wir vor Allem in Betracht ziehen, dass die Zeit, während welcher der primäre Funke überspringt und die elektromotorischen Kräfte + *e* und — *e* tätig sind, verschwindend klein ist im Vergleich zu dem Zeitintervall zwischen zwei auf einander folgenden Funken. Bei der Ablenkung der Nadel werden also nur die Ladungen in Betracht kommen, welche das Elektrometer in den Zeitintervallen zwischen zwei auf einander folgenden Primärfunken besitzt.

Untersuchen wir also vorerst, wie und unter welchen Umständen die durch einen primären Funken inducirten elektromotorischen Kräfte die Hälften des sekundären Leiters und das damit in Verbindung gebrachte Elektrometer laden können. In der beistehenden schematischen Zeichnung bedeutet I den primären Leiter, II den sekundären Leiter und *Q* das Quadrantelektrometer. In der



primären Funkenstrecke *F* lassen wir die positive Elektricität von oben nach unten springen, in Folge dessen wird in der sekundären Funkenstrecke *f* zuerst durch + *e* die positive Elektricität von unten nach oben und dann unmittelbar darauf durch — *e* von oben nach unten

getrieben. Dieser letztere Antrieb wird unterstützt durch die unter Wirkung von + *e* schon entstandene Ladung; es wird also, wenn + *e* schon ein Ueberspringen bewirkt hat, — *e* um so leichter den Funken in umgekehrter Richtung zum Springen bringen; und das noch um so mehr, da durch das Ueberspringen des ersten Funkens die Funkenstrecke besser leitend wurde, und damit gleichsam der Weg für den unmittelbar darauf folgenden zweiten in entgegengesetzter Richtung überspringenden Funken gebahnt ist. Es wird somit die positive Elektricität, ganz abgesehen von den Grössen + *e* und — *e*, im sekundären Leiter leichter von oben nach unten als von unten nach oben springen; immerhin unter der Voraussetzung, dass + *e* zuvor ein Ueberspringen bewirkt hat.

Jeder primäre Funke erzeugt also durch die beiden im sekundären Leiter inducirten sehr schnell auf einander folgenden elektromotorischen Kräfte + *e* und — *e* eine Ladung des Elektrometers, deren Grösse und Zeichen je nach den Umständen von Funke zu Funke ganz verschiedene Werte annehmen kann. Erweist sich die obere Hälfte des Leiters als positiv geladen, so lässt das mit Sicherheit darauf schliessen, dass + *e* grösser war als — *e* und deshalb die Funkenstrecke leichter überwand; während aus der positiven Ladung der unteren Hälfte nicht notwendiger Weise folgt, dass — *e* grösser war als + *e*; es kann auch daher rühren, dass aus den oben angeführten Gründen die positive Elektricität leichter von oben nach unten überging als umgekehrt.

Um diese durch den einzelnen Funken inducirten Ladungen zu beobachten, haben wir am Inductorium den Interruptor ausgeschaltet, nur mit der Hand einen Quecksilberschluss unterbrochen und die dadurch am Elektrometer hervorgebrachten Ablenkungen beobachtet. Wir erhielten auf diese Weise ganz unregelmässig bald

nach links bald nach rechts verschieden grosse Ablenkungen; es war das auch ganz begreiflich; da nämlich die Stromstärke des primären Funkens in Folge der nie ganz gleichen Unterbrechung des Hauptstromes und des veränderlichen Widerstandes der Funkenstrecke in der mannigfaltigsten Weise sich gestalten muss, so war auch bei den elektromotorischen Kräften im sekundären Leiter keine Regelmässigkeit zu erwarten; es würde sich darum auch kaum lohnen, hier für jeden einzelnen Fall die massgebenden Ursachen aufzusuchen.

Wir gehen nun über zu dem gewöhnlichen Fall, wo nicht nur ein einmaliger Funke überspringt, sondern der Interruptor spielt und die Unterbrechungen schnell auf einander folgen lässt. In diesem Fall ändert jeder überspringende primäre Funken durch Inductionswirkung die Ladung des sekundären Leiters und des damit in Verbindung gebrachten Elektrometers; die auf die Nadel wirkende Kraft bleibt also nur constant während des kurzen Zeitintervalles von einem Funken zum nächsten, um dann plötzlich einen anderen bald grösseren, bald kleineren, bald auch entgegengesetzten Wert anzunehmen. Da das Zeitintervall zwischen zwei Funken jedenfalls klein ist im Vergleich zu der Schwingungsdauer der Nadel, so kann dieselbe den von Funke zu Funke sich ändernden bald grösseren, bald kleineren, bald von der einen, bald von der andern Seite kommenden Stössen nicht folgen, sie wird ins unregelmässige Schwanken geraten, und der mittlere Stand wird uns anzeigen, ob bei der resultirenden Wirkung, die wir als Differenzwirkung bezeichnen können, eine bestimmte Richtung überwiegt. Erst beim Unterbrechen des Stromes kommt die gerade stattfindende Ladung zu ihrer vollen Geltung und bewirkt eine constante Ablenkung der Nadel.

Wir konnten deshalb zwei verschiedene Dinge messen, entweder den mittleren Stand der schwankenden Ablenkung, während der Interruptor spielte, oder die constante Ablenkung in dem Momente, wo der Hauptstrom unterbrochen wird; wir reden zuerst von der letzteren.

Zur Messung der constanten Ablenkungen haben wir das Elektrometer nach der zweiten Methode angeschlossen, den Interruptor einige Sekunden spielen lassen, dann plötzlich unterbrochen und möglichst schnell die Nadel zuerst mit der einen und dann mit der andern Hälfte des isolirten sekundären Leiters in Verbindung gebracht und die entsprechenden Ablenkungen abgelesen. So wurden einige Beobachtungsreihen angestellt, und wir teilen beispielsweise in der folgenden Tabelle die Ablesungen für 9 solche hinter einander unter Anwendung der parabolischen Spiegel angestellte Versuche mit.

Ablenkung in Skalenteilen für

die obere Hälfte des sekundären Leiters	die untere Hälfte des sekundären Leiters
+ 22	— 34
— 47	+ 41
— 40	+ 25
— 21	+ 15
— 37	+ 34
— 22	+ 17
+ 21	— 26
+ 2	— 10
— 17	+ 13

Die beiden Hälften zeigen bei dem gleichen Versuche, wie zu erwarten war, stets entgegengesetzte Zei-

chen; dass die Ablenkungen nach beiden Seiten nicht genau gleich waren, rührt offenbar von dem verschiedenen Verluste in Folge der trotz aller Vorsicht nicht ganz vollkommenen Isolation her. Bei dieser Versuchsreihe sind die negativen Werte in der oberen Hälfte vorherrschend und auch im Durchschnitt grösser, es ging also mehr positive Elektricität von oben nach unten als umgekehrt; bei einer andern Reihe von 20 Versuchen ergab sich das Gleiche, aber weniger stark ausgesprochen; wir wollen jedoch daraus nichts Allgemeines schliessen, da die folgenden Versuche uns besser darüber Aufschluss geben können, ob und unter welchen Umständen eine bestimmte Entladungsrichtung in der sekundären Funkenstrecke im Durchschnitt überwiegt.

Wir wenden uns nun zu den Beobachtungen der schwankenden Ablenkungen, die so lange dauern als der Interruptor in Tätigkeit ist. Hier ist, wie wir bald bemerkt hatten, die Grösse der Funkenstrecke massgebend; um diesen Einfluss näher zu untersuchen, haben wir die Elektroden zuerst so weit von einander entfernt, dass keine Funken sprangen, und sie dann in kleinen Intervallen nach und nach einander bis zur vollkommenen Berührung genähert und so die den verschieden grossen Funkenstrecken entsprechenden Ablenkungen erhalten.

Wir geben drei solche unter Anwendung der parabolischen Spiegel angestellte Beobachtungsreihen; $+$ deutet an, dass die obere Hälfte des sekundären Leiters positiv geladen war, und somit mehr positive Elektricität überging in der Richtung, nach welcher $+e$ treibt; das Umgekehrte bedeutet $-$.

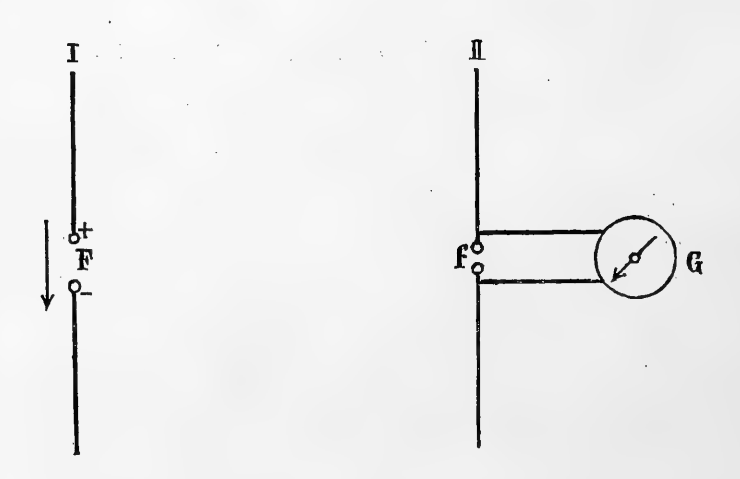
Funkenstrecke in Mikron (μ)	Mittlere Ablenkung in Skalenteilen		
20		+ 107	+ 12
18	+ 114	+ 79	+ 160
16	+ 71	+ 48	+ 63
14	+ 51	+ 26	+ 50
12	+ 5	— 7	+ 1
10	— 17	— 15	+ 5
8	— 13	— 21	— 19
6	— 21	— 50	— 21
4	— 14	— 29	— 20
2	+ 1	— 15	— 7
0	0	0	0

Bei der grossen Funkenstrecke bis etwa zu 16 μ herunter waren die Schwankungen sehr gross, und es entsprach das dem Umstande, dass auch das Funkenspiel noch nicht gleichförmig, sondern zeitweise unterbrochen war.

Ein ganz regelmässiger Gang in den Zahlen ist hier überhaupt nicht zu erwarten, da es sich um die Gesammtwirkung einer grossen Zahl verschiedener Ladungen handelt, deren Grösse und Zeichen sich in einem fort ändert und von allen möglichen Umständen abhängt. Bei dieser Gelegenheit sei noch die Bemerkung beigefügt, dass die Aenderung, welche die Funkenstrecke bei dem Gebrauch wohl hauptsächlich durch Oxydation erleidet, wesentlich auf das Resultat einwirkt, und dass deshalb vor jeder Versuchsreihe die abgerundeten Enden der Platindrähte beiderseits aufs Sorgfältigste gereinigt worden sind. Immerhin ist eine Gesetzmässigkeit in den obigen Zahlenreihen nicht zu verkennen. Bei den grösseren Funkenstrecken geht mehr positive Elektricität über von unten nach oben, d. h. in der Stromrichtung, die $+ e$ bewirkt, bei einer Distanz von etwa 10 μ geht

nach beiden Richtungen ziemlich gleich viel über, und bei kleineren Funkenstrecken überwiegt der Uebergang der positiven Elektricität von oben nach unten. Es erklärt sich dies nach den oben erörterten Anschauungen leicht, wenn wir annehmen, dass im Durchschnitt die Spannungen $+ e$ etwas grösser sind als die Spannungen $- e$, und somit der primäre Funke schneller entsteht als vergeht. Es erreichen dann bei grosser Funkenstrecke die $+ e$ öfter die zur Ueberwindung des Widerstandes nötige Grösse als die $- e$, während bei kleinen Funkenstrecken sowohl $+ e$ als $- e$ im Stande sind, den Widerstand zu überwinden, ausserdem aber, wie wir gesehen haben, die von $+ e$ hinübergetriebene Elektricität mit der von $- e$ bewirkten Strömung teilweise wieder zurückfliesst.

Wir gehen nun über zu den Messungen der **Stromstärken** im sekundären Leiter; es diente dazu ein **Wiedemann**'sches **Galvanometer** von etwa 15,000 Windungen, welches so gut astatisirt war, dass ein Strom



von 10^{-8} Ampère eine Ablenkung von etwa 3 Skalenteilen gab. Bei der Beobachtung wurde das Galvanometer bald mit den inneren, bald mit den äusseren Enden

der sekundären Leiterhälften verbunden; ein wesentlicher Unterschied ergab sich dabei nicht; wir begnügen uns deshalb mit der Mitteilung der Resultate, welche uns die Verbindung nach dem beistehenden Schema gab, wo ganz analog wie bei den Beobachtungen mit dem Elektrometer das Galvanometer *G* angeschlossen ist und einen Nebenschluss der Funkenstrecke *f* bildet. Es mag vielleicht auffallen, dass hier überhaupt Funken springen, während doch die beiden Hälften leitend mit einander verbunden sind. Allein schon bei den Versuchen mit dem Inductionsstrom des Ruhmkorff'schen Apparates haben wir gesehen, dass ein als Nebenschluss der Funkenstrecke angeschlossenes Galvanometer Ströme zeigt, sobald Funken springen; es war also auch hier eine Wirkung zu erwarten, obschon die Verhältnisse in so fern anders liegen, als wir es mit zwei isolirten Hälften zu tun haben. Sogar wenn ein kurzer Leitungsdraht einen Nebenschluss zur Funkenstrecke bildet, geht das Funkenspiel ruhig weiter, eine Erscheinung, auf die Herr Waitz[1]) aufmerksam gemacht hat, und auf die auch wir bei der Anordnung unserer Versuche gestossen waren, bevor wir seine Arbeit erhalten hatten. Diese Erscheinung wird nur erklärlich, wenn die elektromotorischen Kräfte *e* in ausserordentlich kurzer Zeit anwachsen, was wir ja auch aus andern Gründen anzunehmen genöthigt sind.

Die Wirkung auf das Galvanometer erklärt sich nun leicht aus der folgenden Betrachtung:

Das ganze System des sekundären Leiters ist isolirt, es muss also im Ganzen eben so viel Elektricität von der untern auf die obere als von der obern auf die untere

---

[1]) K. Waitz. Ueber die Wellenlängen elektrischer Schwingungen. Wiedemann Annalen. Bd. XLI. S. 435.

Hälfte fliessen. Geht nun mehr positive Elektricität durch die Funkenstrecke von unten nach oben, so geht der gleiche Ueberschuss durch das Galvanometer in der umgekehrten Richtung; wir können also aus der Ablenkung der Galvanometernadel auf die Richtung schliessen, nach welcher in der Funkenstrecke der Ueberschuss der positiven Elektricität geht. Auch bei den Galvanometerbeobachtungen wurde die Abhängigkeit der Ablenkung von der Grösse der Funkenstrecke studirt, und wir geben als Beispiel die drei folgenden Versuchsreihen mit Spiegel, wobei das positive Zeichen bedeutet, dass in der Funkenstrecke ein Ueberschuss von positiver Elektricität in der Richtung von unten nach oben ging.

Funkenstrecke in Mikron (μ)	Mittlere Ablenkung in Skalentheilen		
22	+ 4	+ 2	
20	+ 4	+ 6	+ 2
18	+ 7	+ 17	+ 3
16	+ 13	+ 24	+ 15
14	+ 27	+ 26	+ 25
12	+ 28	+ 28	+ 37
10	+ 27	+ 27	+ 42
8	+ 22	+ 15	+ 39
6	+ 4	— 4	+ 18
4	— 2	— 3	— 2
2	— 3	— 2	— 12
0	0	0	0

Diese Resultate stimmen in der Hauptsache mit denen überein, welche uns das Elektrometer gegeben hat; bei grosser Funkenstrecke geht mehr positive Elektricität über in der Richtung, nach welcher die elektromotorische Kraft $+ e$ treibt und bei kleiner Funkenstrecke mehr im entgegengesetzten Sinn. Nur machen sich bei den angeführten Galvanometerversuchen die

negativen Zeichen weniger geltend; es gilt dies jedoch durchaus nicht allgemein, da bei anderen Versuchen, besonders auch bei solchen ohne Spiegel, die negativen Ablenkungen vorherrschten.

Wir haben bei unseren Betrachtungen angenommen, dass nur ein einheitlicher primärer Funke überspringe, während wir es selbst als wahrscheinlich bezeichnet haben, dass der Funke in eine Anzahl Partialentladungen zerlegt wird. Es ist leicht einzusehen, dass auch in diesem Falle in der Hauptsache genau das Gleiche gilt, da wir ja unsere Betrachtungen auf jede Partialentladung anwenden können, und es wird dann nur die grosse Mannigfaltigkeit in der Wirkung der einzelnen Funken noch leichter begreiflich. Auch bei der sekundären Funkenstrecke können, wenn dieselbe kurz wird, möglicher Weise fernere Zerlegungen des Fünkchens in einzelne Partialfünkchen eintreten und dadurch den Vorgang noch weiter compliciren.

Aus den mannigfachen von uns angestellten Versuchen, von denen wir nur einige Beispiele näher hervorgehoben haben, ergibt sich für uns vor Allem, dass die durch Induction hervorgerufenen sekundären Funken ganz anderer Natur sind als die primären. Jeder stets in gleicher Richtung stattfindenden Entladung in der primären Funkenstrecke entsprechen zwei unmittelbar auf einander folgende Entladungen nach den beiden entgegengesetzten Richtungen in der sekundären Funkenstrecke, und von diesen beiden überwiegt bald die eine, bald die andere, indem sowohl das allen möglichen Zufälligkeiten unterworfene Entstehen und Vergehen des primären Funkens als die Beschaffenheit und Weite der sekundären Funkenstrecke bestimmend einwirken. Mit

Hülfe der bekannten Gesetze der Induction kann man über den wesentlichen Charakter dieser sehr verwickelten Erscheinung sich vollkommen Rechenschaft geben, wenn es auch nicht wohl möglich ist, bis in alle Einzelheiten hinein mit der Rechnung den Vorgang zu verfolgen. Schwerlich wird aber die Mannigfaltigkeit sich erklären lassen, wenn man mit Herrn Hertz die primären Funken als einfache ganz gleichartige Schwingungen auffasst, deren Energie, entsprechend den Anschauungen Maxwell's durch das Medium des Dielektricums fortgepflanzt, in dem sekundären Leiter wieder ähnliche ebenso einfache Schwingungen erregt.

Ueber die Erklärung der Resonanz, über die Art der Fernwirkung und deren Beeinflussung durch Leiter und Dielektrica und die damit zusammenhängende Bildung von Maxima und Minima der Wirkung sprechen wir uns einstweilen nicht aus, da wir vorerst darüber noch durch weitere Versuche Aufklärung zu finden hoffen.

Basel, Ende März 1891.

Witterungs-Uebersicht des Jahres 1890.

Von

Albert Riggenbach.

Instrumental-Correctionen. Eine Controle der Eispunkte, vorgenommen am 13. Januar 1891, bestätigte die Richtigkeit der bisher verwendeten Correction von —0°.4 für die Ablesungen am trocknen wie am feuchten Thermometer. Auch das Thermometer am Barometer zeigt 0°.4 zu hoch.

Die Instrumente, sowie ihre Aufstellung erlitten im Berichtjahre keine Aenderung, so dass wir für die bezüglichen Angaben und ebenso für die Art der Berechnung der folgenden Tabellen auf die Uebersicht der Jahre 1888 und 1889[1]) verweisen können.

---

[1]) Diese Verhandl. Bd. IX. p. 124 u. ff.

1890.	Luftdruck.									
	Mittel.				Extreme.					
	7 h	1 h	9 h	Tagesmittel.	Minimum.	Tag.	Maximum.	Tag.	Grösste Oscillation.	Tag.
Januar . . .	741.58	741.40	742.23	741.74	722.2	23.	754.1	6. 7.	15.1	30./29. 1 h.
Februar . .	741.26	740.99	741.23	741.16	734.7	13.	747.5	23.	7.8	24./25. 9 h.
März	736.33	735.83	736.18	736.11	718.4	18.	749.2	11.	13.9	26./25. 1 h.
April	733.58	732.79	733.04	733.14	719.7	17.	744.9	21.	10.1	24./25. 1 h.
Mai	734.10	733.46	733.61	733.72	719.0	12.	742.8	15.	12.9	14./13. 7 h.
Juni	740.46	739.96	739.97	740.13	729.2	30.	746.1	15.	9.1	29./30. 9 h.
Juli	738.47	738.21	738.44	738.37	728.0	1.	743.6	22.	9.1	2./1. 1 h.
August . . .	737.85	737.40	737.77	737.67	731.1	27.	744.2	22.	8.5	23./24. 7 h.
September .	743.47	743.13	743.13	743.24	736.2	22.	750.5	26.	7.1	23./22. 9 h.
October . .	741.54	741.18	741.30	741.33	725.7	26.	749.2	23.	13.0	25./26. 1 h.
November .	736.37	736.30	736.98	736.55	720.7	24.	750.2	20.	12.8	23./24. 1 h.
December .	736.90	736.55	737.27	736.91	726.0	3.	743.9	31.	7.6	20./19. 7 h. 1 h.
Jahr . .	738.49	738.10	738.43	738.34	718.4	III. 18.	754.1	I. 6. 7.	15.1	I. 30./29.

1890.	Temperatur, Celsius.								Zahl der Tage.	
	Mittel.				Extreme.					
	7 h	1 h	9 h	Tagesmittel $\frac{7+1+2\times 9}{4}$	Minimum.	Tag.	Maximum.	Tag.	mit Frost.	ohne Auftauen.
Januar . . .	1.95	5.06	2.60	3.05	—4.6	1.	12.8	25.	13	2
Februar . .	—3.18	1.13	—1.43	—1.23	—8.6	9.	6.4	16.	23	9
März	2.23	8.44	5.14	5.24	—12.2	1. 4.	19.9	29.	7	5
April . . .	6.11	12.40	8.14	8.70	—0.2	13.	18.6	25.	1	—
Mai	12.81	18.03	13.77	14.60	9.0	29.	24.7	25.	—	—
Juni	14.44	19.21	15.24	16.03	8.7	1.	27.6	26.	—	—
Juli	16.24	20.37	16.22	17.26	11.6	12.	27.6	17.	—	—
August . . .	16.46	21.45	16.54	17.75	8.4	31.	29.7	18.	—	—
September .	10.94	18.03	13.41	13.95	7.2	14.	25.3	21.	—	—
October . .	4.71	10.49	6.72	7.16	—4.0	29.	22.6	1.	6	—
November .	2.82	5.92	4.17	4.27	—9.8	27.	12.6	17.	6	5
December .	—6.08	—2.99	—4.39	—4.46	—13.4	15.	2.0	20.	31	26
Jahr . . .	6.62	11.46	8.01	8.53	—13.4	XII	29.7	VIII	87	47

1889.	Relative Feuchtigkeit.						Bewölkung.					Zahl der Tage.		
	7 h	1 h	9 h	Mittel.	Minimum.	Tag.	7 h	1 h	9 h	Mittel.	Dauer des Sonnenscheins in Stunden.	hell.	trüb.	ohne Sonne.
Januar . . .	88.9	80.1	89.1	86.0	52	26.	7.2	6.5	5.2	6.3	72.1	4	13	8
Februar . .	97.1	89.6	96.4	94.3	67	11. 20.	5.6	4.3	4.0	4.6	125.6	9	8	5
März	88.3	72.0	84.0	81.4	38	28.	6.8	5.6	5.6	6.0	126.7	5	11	8
April	84.5	57.3	79.7	73.8	33	14.	5.4	5.5	6.0	5.6	166.2	5	7	3
Mai	82.4	62.6	84.8	76.6	39	4. 25.	6.0	5.6	5.7	5.8	174.1	4	10	3
Juni	83.3	61.2	82.2	75.6	42	10.	5.1	5.0	5.0	5.0	214.2	8	2	—
Juli	80.2	62.1	83.4	75.2	42	1.	5.4	5.4	4.7	5.2	223.8	7	5	3
August . . .	84.8	66.0	88.4	79.7	45	1. 18.	5.1	5.0	5.3	5.1	207.3	5	4	3
September .	90.8	65.3	88.1	81.4	40	21.	6.6	4.3	3.8	4.9	180.7	8	6	3
October . .	91.3	74.0	90.4	85.2	54	31.	7.1	5.9	5.0	6.0	143.3	7	13	6
November .	92.1	84.3	94.3	90.2	66	13.	9.7	8.6	8.2	8.8	40.6	—	23	9
December .	99.9	98.0	98.6	98.8	75	20.	8.8	6.5	7.0	7.4	53.9	1	15	13
Jahr . .	88.6	72.7	88.3	83.2	33	IV 14.	6.6	5.7	5.5	5.9	1728.5	63	117	64

1890.	Niederschlags-Menge.						Zahl der Tage mit Niederschlag.													Niederschlagsdichte pro 1 mm. Tag.
	Monatssummen				Grösste Tages-Menge.	Tag.	überhaupt.	mindestens mm.:						Schnee			Schneedecke.	Regen u. Schnee.	
	aller Niederschläge.	der von mindestens 10 mm.	der von mindestens 20 mm.	des Schnees.				0.1	1	5	10	15	20	überhaupt.	mindest. 0.1	mindest. 1			
Januar . .	50	25	—	1	15	23.	15	12	9	4	2	—	—	2	1	1	—	1	5.5
Februar .	4	—	—	1	2	15.	6	4	1	—	—	—	—	5	3	—	2	—	3.5
März . . .	8	—	—	—	3	17.	14	8	4	—	—	—	—	2	1	—	2	—	2.0
April . . .	46	10	—	3	10	18.	20	17	10	4	1	—	—	3	3	1	—	3	4.6
Mai	91	64	48	—	26	28.	17	13	9	6	3	3	2	—	—	—	—	—	10.1
Juni . . .	66	12	—	—	12	13.	18	17	15	5	1	—	—	—	—	—	—	—	3.9
Juli. . . .	73	37	—	—	15	5.	20	17	12	5	3	—	—	—	—	—	—	—	6.1
August . .	175	131	49	—	25	13.	20	18	16	12	8	3	2	—	—	—	—	—	11.0
September	18	—	—	—	9	24.	9	6	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	4.6
October. .	69	12	—	1	12	19.	14	12	12	9	1	—	—	2	1	1	—	1	5.7
November	46	11	—	6	12	24.	28	22	13	3	1	—	—	4	4	2	5	—	3.5
December	12	—	—	12	6	16.	7	4	4	1	—	—	—	7	4	4	31	—	3.1
Jahr . .	658	302	97	24	26	V	188	150	109	51	20	6	4	25	17	9	40	5	4.38

1890.	Zahl der Tage mit											Gewitterzahl.	Erdbeben.
	Riesel.	Hagel.	Gefrorner Regen.	Glatteis.	Reif.	Nebel.	Sonnenring.	Mondring.	Regenbogen.	Morgen- und Abendrot.	Donner.		
Januar	2	—	—	1	8	2	1	1	2	4	—	—	—
Februar . . .	—	—	—	—	6	1	—	—	—	—	—	—	1
März	—	—	—	—	1	3	2	—	—	3	—	—	—
April	3	—	—	—	2	1	3	1	—	2	1	1	—
Mai	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	8	13	—
Juni	—	1	—	—	—	—	2	—	1	5	4	9	—
Juli	—	—	—	—	—	1	—	—	2	2	5	9	—
August	—	2	—	—	—	5	—	—	—	—	13	17	—
September . .	—	—	—	—	—	8	1	—	2	6	—	—	—
October . . .	4	—	—	—	9	18	1	—	1	9	1	1	—
November . .	—	—	—	—	2	10	2	—	1	6	—	—	—
December . .	—	—	—	—	—	9	—	—	—	3	—	—	—
Jahr . . .	9	3	—	1	28	59	12	3	9	40	32	50	1

Letzte Schneedecke: 6. März. **Erster Reif:** 9. October.

Letzter Schnee: 12. April. **Erster Frost:** 22. October.

Letzter Frost: 13. April. **Erster Schnee:** 23. October.

Letzter Reif: 27. April. **Erste Schneedecke:** 26. November.

Längste Trockenzeit: 2.—17. September, und 19. December bis 3. Januar 1891, jedesmal 16 Tage.

Längste Regenzeit: 31. October bis 14. November oder 15 Tage.

Anzahl und mittlere Stärke der Winde.

1890.	N.		NE.		E.		SE.		S.		SW.		W.		NW.		Calman
	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.	St.	H.
Januar . . .	7	1.4	2	1.0	7	1.0	**40**	1.1	10	1.1	7	1.6	18	1.7	2	1.0	—
Februar . .	25	1.0	—	—	**29**	1.0	19	1.0	2	1.0	—	—	2	1.0	7	1.0	—
März	15	1.0	—	—	10	1.0	15	1.0	**20**	1.0	6	1.0	17	1.2	9	1.0	1
April	8	1.1	2	1.0	7	1.0	20	1.0	6	1.2	10	1.7	**27**	1.1	10	1.2	—
Mai	14	1.1	4	1.0	12	1.0	8	1.0	3	1.0	7	1.3	21	1.1	**23**	1.0	1
Juni	8	1.1	2	1.0	14	1.0	10	1.0	2	1.0	12	1.0	**24**	1.0	14	1.0	4
Juli	5	1.0	2	1.0	12	1.1	13	1.1	10	1.1	12	1.4	**23**	1.6	9	1.2	7
August . . .	9	1.1	6	1.0	15	1.1	**23**	1.0	9	1.1	5	1.0	16	1.2	7	1.3	3
September .	15	1.1	5	1.0	18	1.0	**21**	1.1	12	1.0	1	2.0	9	1.1	6	1.0	3
October . .	5	1.2	3	1.0	11	1.0	**32**	1.0	7	1.0	4	1.5	29	1.3	1	1.0	1
November .	12	1.0	—	—	7	1.1	**23**	1.0	12	1.0	7	1.4	15	1.7	13	1.2	1
December .	13	1.0	5	1.0	**46**	1.1	12	1.1	1	1.0	—	—	9	1.0	5	1.0	2
Jahr . .	136	1.1	31	1.0	188	1.0	236	1.0	94	1.1	71	1.3	210	1.3	106	1.1	23

1890 Irren-Anstalt.	Temperatur, Celsius.				Temperatur-Differenz Irrenanstalt — Bernoullianum.				Tägliche Amplitude Mittel 1^h — 7^h		
	7^h	1^h	9^h	Tages-Mittel. ¼ (7.12.9)	7^h	1^h	9^h	Tages-Mittel.	Irren-Anstalt.	Bernoulli-anum.	Differenz.
Januar . . .	2.05	5.60	2.32	3.07	0.10	0.54	— 0.28	0.02	3.55	3.11	0.44
Februar . .	— 3.48	1.89	— 1.68	— 1.24	— 0.30	0.76	— 0.25	— 0.01	5.37	4.31	1.06
März	2.33	8.92	4.66	5.24	0.10	0.48	— 0.48	0.00	6.59	6.21	0.38
April . . .	5.35	12.77	7.86	8.46	— 0.76	0.37	— 0.28	— 0.24	7.42	6.29	1.13
Mai	12.32	18.00	13.08	14.12	— 0.49	— 0.03	— 0.69	— 0.48	5.68	5.22	0.46
Juni	13.93	19.45	14.51	15.60	— 0.51	0.24	— 0.73	— 0.43	5.52	4.77	0.75
Juli	15.79	20.25	15.28	16.65	— 0.45	— 0.12	— 0.94	— 0.61	4.46	4.13	0.33
August . .	16.38	21.84	16.35	17.73	— 0.08	0.39	— 0.19	— 0.02	5.46	4.99	0.47
September.	10.50	18.52	12.74	13.62	— 0.44	0.49	— 0.67	— 0.33	8.02	7.09	0.93
October . .	4.68	11.36	6.14	7.08	— 0.03	0.87	— 0.58	— 0.08	6.68	5.78	0.90
November .	3.04	6.73	4.10	4.49	0.22	0.81	— 0.07	+ 0.22	3.69	3.10	0.59
December .	— 6.46	— 2.77	— 4.52	— 4.57	— 0.38	0.22	— 0.13	— 0.11	3.69	3.09	0.60
Jahr . .	6.37	11.88	7.57	8.35	— 0.25	0.42	— 0.44	— 0.17	5.51	4.84	0.67

Abweichungen der Jahreszeiten.

Jahreszeit.	Mittlere Temperatur.			Regenhöhe.		
	1889—90.	Normal.	Diff.	1889—90.	Normal.	Diff.
Winter 1889/90	0.0	0.9	—0.9	71	136	—.65
Frühling	9.5	9.5	0.0	145	220	—.75
Sommer	17.0	18.3	—1.3	314	285	29
Herbst	8.5	9.6	—1.1	133	232	—.99
Winter 1890/91	—3.2	0.9	—4.1	36	136	—.100

1890.	Abweichung des Monatsmittels des Luftdrucks vom 54 jährigen Mittel.	Abweichung des Monatsmittels der Temperatur vom 62 jährigen Mittel.	Abweichung der monatlichen Regenmenge vom 25 jährigen Mittel. mm.	Abweichung der monatlichen Regenmenge vom 25 jährigen Mittel. %	Abweichung der Zahl der Regentage mit 1 mm. und mehr vom 25 jährigen Mittel.	Abweichung der mittleren Bewölkung vom 26 jährigen Mittel.
Januar	3.2	3.3	14	39	2	— 0.6
Februar	3.2	— 3.1	— 38	— 90	— 7	— 2.4
März	— 0.3	0.2	— 51	— 86	— 6	— 0.7
April	— 2.4	— 0.9	— 24	— 34	—	— 0.6
Mai	— 2.5	0.8	1	1	— 2	— 0.1
Juni	2.4	— 1.4	— 46	— 41	3	— 0.9
Juli	0.1	— 1.9	— 12	— 14	1	— 0.1
August	— 0.3	— 0.6	87	99	5	— 0.2
September . . .	5.0	— 0.7	— 66	— 79	— 6	— 0.4
October	3.8	— 2.4	— 11	— 14	1	— 0.9
November . . .	— 0.4	— 0.2	— 22	— 32	3	1.3
December . . .	— 2.0	— 5.4	— 45	— 79	5	0.1
Jahr . . .	0.8	— 1.0	— 21 cm.	— 24	— 10	— 0.45

Verlauf der Witterung.

1. Temperatur. Das Jahr 1890 ist mit seinem niedrigen Jahresmittel von 8°.5 das vierte in einer Reihe zu kalter Jahre, es kommt in seiner Abweichung dem vorausgegangenen Jahre gleich, steht aber noch 0°.4 höher als das exquisit kalte Jahr 1887, dessen Mitteltemperatur nur 8°.1 betrug. Das niedrige Jahresmittel rührt zum Theil von einigen kurzen intensiv kühlen Perioden her, aber mehr noch von langen mässig kalten Zeiten, namentlich im Sommer und Herbst.

Durch strenge Kälte bei hellem Himmel zeichneten sich aus der Anfang Februar und dann hauptsächlich die strenge Frostperiode vom letzten Februar bis 5. März, während welcher die Temperatur auf das im März bisher noch nie erreichte Minimum von —12° sank. Recht kühl war auch der Anfang September und kalt der Schluss des Jahres vom 26. November ab. Diese letzte Periode sticht weniger durch intensive Kälte hervor — ein December-Minimum von —13°.5 wird durchschnittlich alle 3 bis 4 Jahre einmal erreicht — als vielmehr durch gänzlichen Mangel an mildern Tagen oder auch nur Tagesstunden, die Kälte war mehr hartnäckig als scharf. Deutlich spricht sich dies Verhalten in den Tagesmaxima aus: noch nie[1]) ist im December die Temperatur im ganzen Monat, wie dieses Jahr, nicht über +2°.0 hinausgekommen.

Wir könnten diese Kälteperiode — mit noch mehr Recht, wenn wir ihre Andauer in's neue Jahr hinein mit berücksichtigen, — füglich auch zu den langen kühlen Zeiten zählen, welche den grössten Theil des Sommers

---

[1]) Diese Angabe, wie auch alle ähnlichen folgenden, beziehen sich auf die Zeit seit Beginn der Beobachtungen im Jahre 1826.

und den ganzen Herbst einnahmen. Der Sommer des Jahres 1890 zählt zu den 7 kältesten, deren Wärmeausfall 1°.2 übersteigt, und kommt denen von 1829, 1841, 1869 und 1883 ziemlich gleich, noch etwas kälter war der von 1888 und nahe noch 0°.5 kälter der kühlste von allen, der Sommer 1882. Während aber in allen eben genannten Jahren, 1829 ausgenommen, der Herbst wieder einigermassen einbrachte, was der Sommer versäumt, so dauerte im vergangenen Jahre die Kälte erst recht noch an, so dass von Ende Mai an das Jahr aus, nur ganz sporadisch einige etwas zu warme Tage aus der allgemeinen Temperaturdepression auftauchten, bis kurz vor Schluss in der zweiten Novemberhälfte ein zwar nebelgrauer, aber doch warmer Altweibersommer unserm Gefühle eindrücklich machte, wie anders es zu dieser Jahreszeit sonst sein kann, und die nachfolgende Kälte um so wirksamer contrastirte. (Vgl. Jährlicher Gang der Temperatur in Pentaden.)

Den acht zu kalten und zwei nahe normalen Monaten stehen nur zwei zu warme gegenüber, der Januar und der Mai. Letzterer ist durch das gänzliche Fehlen von Kälterückfällen ausgezeichnet; noch nie ist das Minimum der Temperatur so hoch geblieben wie im Mai 1890 (9°.0).

Der Vergleich der einzelnen Tagesmittel mit denen der Vorjahre ergibt, wie zu erwarten, eine beträchtliche Zahl bisher noch nicht erreichter niedrigster Mittel, dagegen nur zwei das bisherige Mass übersteigende höchste. Diese sind:

Wärmste Tage.

1890	Tagesmittel	Bisher wärmster Tag	Jahr
Januar 23.	10.6	10.4	1834
März 29.	13.7	13.4	1862

Jährlicher Gang der Temperatur in Pentaden.

Mittel und Abweichungen vom Normalwert.

Pentade.	1890. Mittel.	1890. Abweichg.	Pentade.	1890. Mittel.	1890. Abweichg.
1. Jan. 1.— 5.	—1.0	—0.6	37. Juni 30.— 4. Juli	15.3	—3.3
2. 6.—10.	2.2	2.8	38. Juli 5.— 9.	15.4	—3.6
3. 11.—15.	3.4	4.0	39. 10.—14.	16.0	—3.3
4. 16.—20.	2.9	3.3	40. 15.—19.	19.8	0.3
5. 21.—25.	6.9	6.9	41. 20.—24.	16.1	—3.3
6. 26.—30.	4.4	3.9	42. 25.—29.	19.0	—0.3
7. 31.— 4. Febr.	—3.5	—4.4	43. 30.— 3. Aug.	20.6	1.5
8. Febr. 5.— 9.	—3.1	—4.2	44. Aug. 4.— 8.	18.1	—1.0
9. 10.—14.	—0.9	—2.3	45. 9.—13.	20.6	1.7
10. 15.—19.	2.1	0.2	46. 14.—18.	19.8	1.3
11. 20.—24.	0.0	—2.7	47. 19.—23.	18.0	0.1
12. 24.— 1. März	—3.0	—6.3	48. 24.—28.	14.4	—2.9
13. März 2.— 6.	—4.6	—8.4	49. 29.— 2. Sept.	10.8	—5.9
14. 7.—11.	4.2	0.1	50. Sept. 3.— 7.	13.0	—3.1
15. 12.—16.	7.7	3.2	51. 8.—12.	14.2	—1.2
16. 17.—21.	6.6	1.6	52. 13.—17.	13.3	—1.4
17. 22.—26.	8.2	2.4	53. 18.—22.	16.6	2.7
18. 27.—31.	11.9	5.0	54. 23.—27.	13.2	—0.1
19. April 1.— 5.	8.3	0.3	55. 28.— 2. Oct.	14.8	2.2
20. 6.—10.	7.3	—1.4	56. Oct. 3.— 7.	10.6	—1.1
21. 11.—15.	6.6	—2.6	57. 8.—12.	8.7	—2.0
22. 16.—20.	10.7	0.8	58. 13.—17.	9.4	—0.3
23. 21.—25.	10.6	0.0	59. 18.—22.	4.6	—4.3
24. 26.—30.	8.7	—2.5	60. 23.—27.	4.4	—3.6
25. Mai 1.— 5.	12.7	0.8	61. 28.— 1. Nov.	2.7	—4.3
26. 6.—10.	13.8	1.2	62. Nov. 2.— 6.	6.6	0.6
27. 11.—15.	13.6	0.3	63. 7.—11.	4.2	—1.0
28. 16.—20.	17.0	2.9	64. 12.—16.	6.8	2.4
29. 21.—25.	17.4	2.5	65. 17.—21.	7.7	3.7
30. 26.—30.	13.2	—2.5	66. 22.—26.	4.3	0.7
31. 31.— 4. Juni	14.5	—1.9	67. 27.— 1. Dec.	—6.4	—9.5
32. Juni 5.— 9.	15.5	—1.3	68. Dec. 2.— 6.	—1.6	—3.7
33. 10.—14.	14.3	—2.8	69. 7.—11.	—2.6	—4.0
34. 15.—19.	14.4	—3.1	70. 12.—16.	—7.9	—8.8
35. 20.—24.	18.5	0.6	71. 17.—21.	—4.2	—4.8
36. 25.—29.	19.1	0.8	72. 22.—26.	—3.7	—3.8
			73. 27.—31.	—6.7	—6.5

Kälteste Tage.

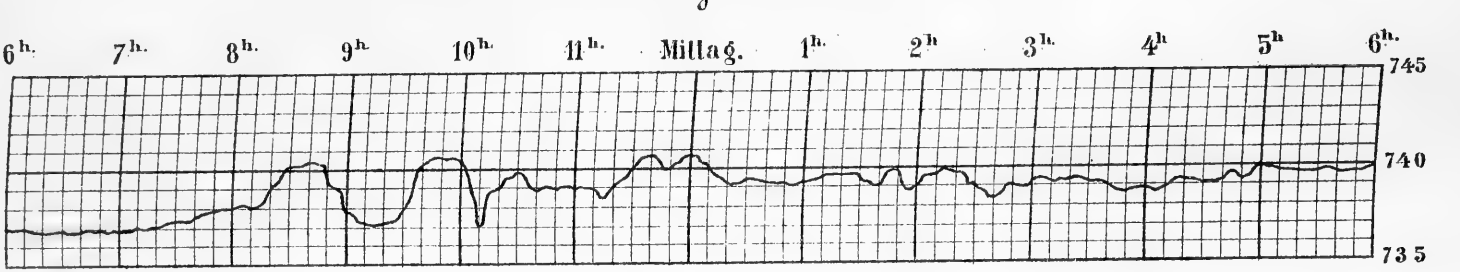
1890		Tagesmittel	Bisher wärmster Tag	Jahr
März	1.	—7.6	—4.9	1853
„	2.	—7.4	—6.7	1877
„	4.	—7.0	—5.5	1843
Juli	7.	13.9	14.3	1882
August	25.	12.1	12.1	1864
„	29.	12.0	12.5	1839
„	31.	9.1	11.5	1870
Sept.	3.	11.3	11.4	1831
Oct.	21.	1.9	2.7	1888
„	22.	0.2	1.7	1842
„	24.	1.2	1.7	1880

2. Niederschlag. Auch hinsichtlich des Niederschlags ist das Jahr 1890 das vierte einer gleichartig zu trockenen Jahresreihe und sticht in dieser Eigentümlichkeit noch stärker hervor, als durch seine Temperaturabweichung, indem es in der ganzen 1864 beginnenden Beobachtungsreihe die drittkleinste Jahressumme aufweist mit 658 mm., kaum niedriger ist die von 1887 mit 657 mm., das Jahresminimum hatte 1884 mit 564 mm. Neun Monate weisen eine zu geringe Regensumme auf, Februar und März waren fast regenlos, der Februar stellt mit 4 mm. das Minimum der in diesem Monat schon beobachteten Niederschläge dar, der März übersteigt mit 8 mm. Regensumme den bisher trockensten kaum (März 1884 mit 6 mm.). Excessiv trocken waren ferner September und December. Von den übrigen drei Monaten waren der Januar etwas weniges zu nass, der Mai normal, der August dagegen durch häufige und ergiebige Gewitterregen so ausserordentlich niederschlagsreich, wie noch keiner der frühern, seine Menge 175 mm. übertrifft die bisher grösste Augustmenge (169 mm. im

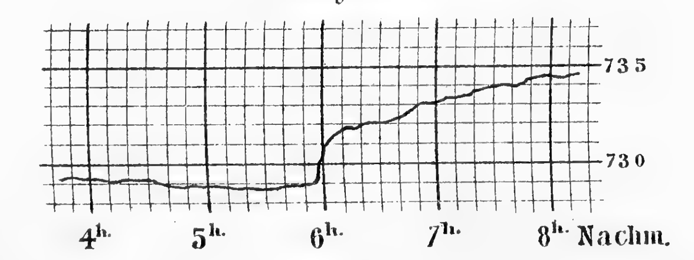


Barometer-Curven.

1890 August 20.



1890 August 27.



August 1881) noch merklich, sie beträgt nahe das Doppelte der normalen Menge. In den beiden gewitterreichsten Monaten finden wir auch einzig Tage mit über 20 mm. Niederschlag, nämlich:

1890		Tagesmenge des Niederschlags
Mai	13.	22.5
„	28.	25.5
August	13.	24.7
„	31.	23.8

3. Beim **Luftdruck** ist das hohe Septembermittel von 743.2 bemerkenswerth, es übertrifft das bisherige höchste Mittel von 743.0 des September 1854. Auch der October zeichnete sich durch hohen, wenn auch nicht gerade abnormen Barometerstand aus.

4. Von besondern Erscheinungen ist zu erwähnen der **Sturm** vom 27. August 1890. Abends 6 Uhr brach ein heftiger von einem Gewitter begleiteter Sturm aus West los, riss allenthalben grosse Aeste von den Bäumen; im Nachtigallenwäldchen wurden drei Pappeln entwurzelt, an der Riehenstrasse ein Nussbaum und zwei Ulmen umgestürzt, und auch die Obstbäume rings um die Stadt litten ziemlich Schaden. Mit Eintritt des Sturms sprang das Barometer in der für Böen charakteristischen Weise plötzlich um über 2 mm. in die Höhe, die von einem Usterischen Barographen aufgezeichnete Kurve ist auf Tafel 5 reproducirt.

Noch grossartiger waren die Barometerschwankungen am 20. August, dem Tage, da ein heftiger Cyclon die Gegenden im französischen Jura verheerte; auf Tafel 5 ist diese Kurve ebenfalls wiedergegeben.

5. **Erdbeben.** Am 4. Februar Nachmittags 2^h 19^m 35^s Berner Zeit zeigte das Seismometer einen leichten Vertikalstoss an.

Monatssummen des Niederschlags der Stationen um Basel.

1890.	Bernoullianum. Hof Grosser Regenmesser	Bernoullianum. Hof Kleiner Regenmesser	Bernoulli-strasse 20.	Irren-Anstalt.	Botanischer Garten.	Binningen.	Neue Welt.	Therwil.	Aesch.	Augst.	Riehenstrasse 23.	Riehen.	Bettingen.	Haagen.	Schönau.
Seehöhe.	284 m.		270 m.	271 m.	275 m.	286 m.	267 m.	310 m.	320 m.	274 m.	260 m.	285 m.	370 m.	305 m.	525 m.
Januar. . .	49.9	—	59.7	56.9	63.7	63.7	54.4	57.6	51.0	33.9	65.7	45.1	—	49.0	135
Februar . .	3.5	—	3.9	2.6	4.4	4.5	4.4	4.4	5.0	6.0	4.7	4.0	—	4.5	10
März. . . .	8.0	—	8.8	9.1	10.4	9.6	11.0	8.7	11.0	9.8	11.3	13.5	—	17.0	64
April . . .	45.5	45.0	44.4	45.8	44.1	39.1	44.7	47.1	50.4	52.6	44.5	45.3	—	66.0	126
Mai	91.1	95.3	97.3	91.7	104.9	99.5	96.8	95.8	103.8	93.5	112.1	117.3	—	108.5	114
Juni	66.4	65.7	66.3	66.2	68.6	71.8	66.4	86.7	125.8	83.8	68.7	76.1	—	83.0	129
Juli	72.7	72.7	71.4	75.6	70.1	69.4	68.2	75.9	87.6	92.4	76.9	70.9	—	97.0	161
August . .	175.2	175.1	166.9	163.5	165.3	141.9	158.9	193.9	155.6	152.2	165.0	159.0	165.3	163.0	194
September.	18.2	17.0	18.3	16.8	20.5	17.1	20.6	21.3	24.5	17.3	20.4	19.8	25.0	13.5	9
October . .	68.9	69.0	67.3	69.5	72.6	62.4	69.8	73.3	100.4	63.9	70.4	61.1	69.7	76.5	231
November .	45.8	43.9	45.2	48.5	48.4	46.0	44.0	59.5	57.5	41.2	50.4	41.5	42.5	58.0	184
December .	12.3	12.5	11.5	10.7	13.4	12.4	8.5	11.4	11.0	7.0	13.5	12.6	9.4	11.5	26
Jahr . .	657.5	657.6	661.0	656.9	686.4	637.4	647.7	735.6	783.6	653.6	703.6	666.2	—	747.5	1383

Zahl der Tage mit mindestens 1 mm. Niederschlag.

1890.	Bernoullianum.	Bernoullistrasse 20.	Irren-Anstalt.	Botanischer Garten.	Binningen.	Neue Welt.	Therwil.	Aesch.	Augst.	Riehenstrasse 23.	Riehen.	Haagen.	Schönau.
Januar . . .	9	9	9	11	11	10	9	11	9	9	9	10	11
Februar. . .	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2
März	4	4	4	4	4	4	3	4	4	5	6	8	12
April	10	10	10	11	13	16	14	11	8	10	13	12	10
Mai	9	9	10	9	8	7	8	9	8	10	12	12	14
Juni.	15	15	15	14	15	15	14	16	14	15	13	14	15
Juli	12	12	12	11	12	12	12	13	11	12	11	12	15
August . . .	16	16	16	15	16	15	17	13	16	16	15	15	20
September .	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	2
October . . .	12	13	11	13	11	13	12	10	12	13	11	12	10
November. .	13	13	13	11	12	14	15	12	12	15	9	16	17
December. .	4	4	3	4	3	2	4	3	3	4	4	3	3
Jahr . .	109	109	108	108	110	112	112	107	103	114	108	118	131

Registrirung des Niederschlags.

Die Niederschlags-Registrirung wurde mit dem im vorjährigen Berichte erwähnten Instrumente fortgesetzt, dasselbe functionirte ununterbrochen bis zum December, dagegen konnten die übrigens wenig häufigen und wenig ergiebigen Schneefälle dieses Monats nicht aufgezeichnet werden. Diese Niederschläge wurden darum bei der Bearbeitung der folgenden Tabellen ausser Betracht gelassen; die bezüglichen Zahlen des December in der Tabelle „Dauer und Intensität des Niederschlags“ beruhen auf Notirungen für das Journal der Station.

Im Folgenden geben wir zunächst ein Verzeichniss aller Platzregen von mehr als 20 mm. pro Stunde, sodann die dem letzten Berichte conformen Tabellen über die tägliche Periode und die Dauer und Intensität des Niederschlags. Endlich lassen wir eine Tabelle folgen, in welcher angegeben ist, wie oft nach den Registriraufzeichnungen im Momente der vollen Stunde ein Niederschlag stattfand, die Monatssummen zeigen schon, wie zu erwarten, einen engen Anschluss an die aus der genauen Abmessung sich ergebenden Werthe der Niederschlagsdauer.

Dauer und Intensität von Platzregen.

Datum 1890.	Beginn.	Ende.	Dauer. Minuten.	Menge. mm.	Intens. mm. pro Stunde.
Juli 4.	8h 30 p	8h 40 p	10	3.6	21.6
Aug. 13.	6 0 p	6 15 p	15	11.9	47.6
19.	8 18 p	8 21 p	3	1.0	20.0
20.	8 32 a	8 40 a	8	2.9	21.8
24.	6 55 p	6 58 p	3	5.7	114.0

Tägliche Periode des Niederschlags.

	Niederschlags-Menge.		Zahl der Niederschlags-stunden.		Mittlere stündl. Menge.	
	1890. 133 Tage.	1888—90. 387 Tage.	1890. 133 Tage.	1888—90. 387 Tage.	1890.	1888—90.
7 — 8	**30.9**	51.0	**45**	73	0.69	0.70
8 — 9	24.5	44.6	34	57	0.72	0.78
9 — 10	*16.4*	*38.7*	*32*	*53*	0.51	0.73
10 — 11	36.5	53.9	37	58	0.99	0.93
11 — Mittag	24.6	49.2	38	64	0.65	0.77
Mittag — 1	20.8	39.6	34	56	0.61	0.71
1 — 2	32.3	70.5	**42**	69	0.77	1.02
2 — 3	30.2	53.8	40	**76**	0.76	0.71
3 — 4	21.8	53.6	36	68	0.61	0.79
4 — 5	22.3	**70.7**	31	62	0.72	**1.14**
5 — 6	21.0	56.4	33	59	0.64	0.96
6 — 7	**43.1**	61.6	31	58	**1.39**	1.06
7 — 8	24.9	39.9	30	52	0.83	0.77
8 — 9	22.2	42.3	31	52	0.72	0.81
9 — 10	31.4	54.9	*26*	*50*	1.21	1.10
10 — 11	26.5	45.3	32	57	0.83	0.79
11 — Mnt.	29.0	50.1	36	59	0.81	0.85
Mnt. — 1	31.8	57.9	33	60	0.96	0.97
1 — 2	18.5	48.5	36	66	0.51	0.73
2 — 3	21.0	43.8	34	67	0.62	0.65
3 — 4	17.1	*39.1*	36	68	0.47	*0.58*
4 — 5	*12.6*	46.0	30	69	*0.42*	0.67
5 — 6	17.3	41.2	30	64	0.58	0.64
6 — 7	25.4	**55.5**	41	**79**	0.62	0.70
Total	602.1	1204.1	828	1496	0.73	0.80

Dauer und Intensität

1890.	Registrir-								
	Zahl der Regen-			Gesammt-Dauer.			Mittel pro Regentag.		Mittlere Intensität.
	tage d	stunden	fälle	Minuten.	Stunden. s	Menge. q	Dauer. t	Menge.	i
Januar . . .	12	93	38	3845	64^h 5^m	59.7	5^h3	5.0	0.93
Februar . . .	4	17	9	715	11 55	3.0	3.0	0.8	0.25
März	5	23	7	1060	17 40	6.9	3.5	1.4	0.39
April	11	55	36	1846	30 46	38.7	2.8	3.5	1.26
Mai	12	90	26	4108	68 28	91.5	5.7	7.6	1.34
Juni	16	93	49	3582	59 42	59.4	3.7	3.7	0.99
Juli	16	76	51	2330	38 50	66.9	2.4	4.2	1.72
August . . .	17	130	62	4927	82 7	158.0	4.8	9.3	1.92
September .	4	32	13	1384	23 4	16.1	5.8	4.0	0.70
October . . .	14	105	47	4175	69 35	62.3	5.0	4.5	0.90
November . .	22	114	53	4390	73 10	39.3	3.3	1.8	0.54
December . .	(3)	(?)	(5)	—	(ca. 18. 5)	(11.5)	(6.2)	(3.8)	(0.60)
Winter . . . (Jan. Febr.)	16	110	47	4560	76 0	62.7	4.8	3.9	0.83
Frühling . .	28	168	69	7014	116 54	137.1	4.2	4.9	1.17
Sommer . . .	49	299	162	10839	180 39	284.3	3.7	5.8	1.57
Herbst . . .	40	251	113	9949	165 49	117.7	4.1	2.9	0.71
Total . . (Jan.—Nov.	133	828	391	32362	539^h 22	601.8	4.06	4.5	1.12

des Niederschlags nach

Beobachtungen.			Termin-Beobachtungen.				
Mittel pro Regenfall. Dauer.	Mittel pro Regenfall. Menge.	Nieder-schlags Wahrschein-lichkeit. w	Häufigkeit der Nieder-schläge zur Zeit der Termin-Beobachtung. r	Regendauer in Stunden. s	Mittlere Regendauer pro Regentag. t	Mittlere Intensität. i	Nieder-schlags Wahrschein-lichkeit. w
1h7	1.6	0.086	7	56	4.7	1.07	0.075
1.3	0.3	0.018	5	40	10.0	0.08	0.060
2.5	1.0	0.024	3	24	4.8	0.29	0.032
0.9	1.1	0.043	5	40	3.6	0.97	0.056
2.6	3.5	0.092	10	80	6.7	1.14	0.108
1.2	1.2	0.083	9	72	4.5	0.82	0.100
0.8	1.3	0.052	5	40	2.5	1.67	0.054
1.3	2.5	0.110	12	96	5.6	1.65	0.129
1.8	1.2	0.032	4	32	8.0	0.50	0.033
1.5	1.3	0.094	10	80	5.7	0.78	0.108
1.4	0.7	0.102	12	96	4.4	0.41	0.133
—	—	0.025	4	32	10.7	0.36	0.043
1.6	1.3	0.054	12	96	6.0	0.65	0.068
1.7	2.0	0.053	18	144	5.1	0.95	0.065
1.1	1.8	0.082	26	208	4.3	1.37	0.094
1.5	1.0	0.076	26	208	5.2	0.57	0.095
1.4	1.5	0.067	82	656	4.9	0.92	0.082

Niederschlag beim Stundenschlage 1890.

	Vormittag						Nachmittag												Vormittag						Total.	Wahre Regen-dauer.	Diff.
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6			
Januar. . .	3	3	3	4	5	4	5	3	4	3	3	2	2	2	1	1	1	3	3	2	1	1	—	1	60	64.1	— 4.1
Februar . .	1	1	2	1	1	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	12	11.9	0.1
März. . . .	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	2	2	1	1	1	1	1	1	—	1	—	1	1	16	17.7	— 1.7
April . . .	2	2	1	2	—	—	—	—	1	—	—	1	1	2	—	—	1	3	3	1	1	1	2	3	27	30.8	— 3.8
Mai	2	3	3	3	2	1	3	2	3	2	3	3	3	3	2	4	3	2	2	3	5	3	2	2	64	68.4	— 4.4
Juni	2	3	2	3	1	2	1	—	1	—	—	2	1	1	3	2	4	4	2	4	3	1	5	5	52	59.7	— 7.7
Juli	2	1	2	2	2	2	2	3	4	2	1	2	—	—	—	1	—	1	1	1	1	3	—	3	36	38.8	— 2.8
August . .	6	6	4	5	4	3	1	6	3	3	3	3	5	3	3	4	3	3	2	4	3	4	3	3	87	82.1	4.9
September.	1	2	1	—	1	1	2	1	1	1	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	24	23.1	0.9
October . .	4	3	2	2	3	4	5	3	3	2	4	6	4	3	2	3	3	2	2	3	3	2	1	3	72	69.6	2.4
November.	3	4	2	3	3	3	3	2	4	—	2	5	5	4	6	4	2	3	5	2	2	3	4	3	77	73.2	3.8
December .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Jahr . .	27	28	22	26	22	20	22	21	25	13	18	28	24	20	19	21	19	23	22	22	21	19	20	25	527	539.4	— 12.4
	80		70			63			56			72			59			67			60						

Registrirung des Luftdrucks.

Das Usteri'sche Aneroid-Barometer war das ganze Jahr durch ununterbrochen in Tätigkeit; die Einrichtung des Instrumentes gestattet, die Registrirtrommel mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten laufen zu lassen, entweder so, dass wöchentlich, oder so, dass täglich eine volle Umdrehung vollführt wird. Im Jahre 1889 wurde vorwiegend die langsamere, im Jahre 1890 ausschliesslich die schnellere Bewegung benützt. Die Ablesungen wurden, wie im vorjährigen Berichte schon angegeben ist, mit Hilfe der dreimal täglichen Termin-Beobachtungen reducirt und die Monatsmittel der einzelnen Stunden wegen der Differenz im Stande zu Anfang und Ende des Monats corrigirt. Die folgende Tabelle gibt den täglichen Gang für die einzelnen Monate, dabei ist zu bemerken, dass der 31. Januar und der 1. März dem Februar beigezählt worden sind.

Täglicher Gang des Luftdrucks.

Abweichungen vom Mittel in Tausentel Millimeter.

Stunde.	Jan.	Febr.	März.	April.	Mai.	Juni.	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr.
1	103	83	212	83	**282**	175	147	291	15	142	44	71	137
2	42	77	128	—13	220	107	28	178	—25	—40	12	71	65
3	—126	—59	—35	**—58**	169	**—1**	**—70**	23	—109	—161	—140	—18	—49
4	—255	—149	—96	—54	**162**	8	4	**—24**	**—196**	—220	—236	—166	**—102**
5	**—330**	**—151**	**—109**	65	259	107	91	—18	—186	**—253**	**—278**	—314	—93
6	—255	—94	24	330	417	196	161	125	77	—203	—254	**—336**	16
7	—177	40	201	518	501	328	244	222	337	—1	—230	—223	147
8	—141	198	337	562	**590**	417	**383**	245	583	256	31	—113	279
9	77	305	434	**617**	543	**426**	382	236	**726**	422	175	98	370
10	195	359	**444**	545	491	338	275	**291**	706	**521**	**296**	**240**	**392**
11	**210**	**373**	410	393	346	300	191	111	565	517	254	189	321
Mittag	—88	180	210	110	114	112	38	—15	332	257	15	—91	98
1	—380	—99	—110	—137	—118	—59	—133	—253	58	—70	—227	—361	—157
2	**—471**	—322	—357	—417	—328	—216	—150	—446	—209	—267	—296	**—432**	—326
3	—420	—434	—547	—565	—615	—378	—225	—552	—476	—436	**—305**	—315	—439
4	—231	**—503**	**—690**	**—733**	—773	—542	—380	—558	—603	**—541**	—248	—208	**—501**
5	—97	—366	—654	—729	**—909**	**—670**	**—532**	**—584**	**—636**	—439	—157	—66	—487
6	115	—189	—451	—597	—828	—584	—488	—522	—577	—227	10	93	—354
7	270	—14	—224	—386	—641	—475	—424	—325	—350	—35	155	248	—183
8	415	100	29	—42	—357	—296	—201	—2	—130	80	236	345	15
9	**440**	**200**	142	106	—057	56	72	311	—11	188	317	356	177
10	422	181	219	137	085	171	168	373	**39**	**207**	**334**	**363**	225
11	377	149	**245**	122	175	234	203	**448**	32	147	299	357	**232**
Mitternacht	305	135	238	**143**	272	**246**	**216**	445	38	156	193	212	217
Amplitude .	911	876	1134	1350	1499	1096	915	1032	1362	1062	639	795	893

Mittel des Decenniums 1881—1890.

In den nachfolgenden Tabellen sind die characteristischen Daten jedes Jahres im Decennium 1881—1890 zusammengestellt. Um völlig vergleichbare Werthe zu erhalten, mussten an den in den früheren Jahresübersichten publicirten Zahlen hin und wieder einige nachträgliche Correctionen angebracht werden, nämlich:

1. Temperatur. Alle frühern Temperaturangaben für 1881 [1]) wurden noch um 0°.3 erniedrigt, in Rücksicht auf eine erst später erkannte Nullpunktscorrection. — Die Maxima und Minima sind den Terminbeobachtungen entnommen und für die Jahre 1881—1887 neu ausgezogen worden. — Als Frosttag ist jeder gezählt, an dem eine Termintemperatur unter Null vorkommt, als Tag ohne Auftauen jeder, bei dem keine Termintemperatur Null übersteigt. — Die Jahresmittel sind durchweg das arithmetische Mittel der 12 Monatsmittel.

2. Luftdruck. Die für 1881 bis 83 früher publicirten Barometerstände wurden alle um 0.4 mm erniedrigt, um den Fehler der früher zu gross angenommenen Nullpunktscorrection der Scala gut zu machen. Letztere Correction beträgt +0.3 mm.

Sodann wurden sämmtliche Barometerstände zur Reduction auf die Schwere in 45° im Meeresniveau um 0.13 mm. erhöht.

Zur Ableitung der Seehöhe der Cuvette des Barometers wurden folgende Daten benützt:

---

[1]) Diese Verhandl. Bd. VII. p. 7.

Nach dem bei Eröffnung der Station im Bernoullianum ausgeführten Nivellement beträgt die Höhe des Spiegels der Cuvette über dem Nullpunkte des Rheinpegels 33.23

Laut „Nivellement de Précision suisse“ p. 105 Höhe dieses Nullpunkts über N. F. 39 — 5.70

Laut id. p. 166 N. F. 39 über Pierre du Niton . . . . — 123.97

Laut Geogr. Jahrbuch XIII. p. 110. Pierre du Niton über Normal Null 373.22

Also Cuvette über Normal-Null 276,78 m.

3. Dauer des Sonnenscheins. In den Witterungsübersichten der einzelnen Jahre wurde die Dauer des Sonnenscheins auf Grund der für die tägliche Wetterdepesche ausgeführten Abschätzung der Länge der Brandspur angegeben. Die genaue von der schweizerischen meteorologischen Central-Anstalt vorgenommene Ausmessung der Streifen ergab für die einzelnen Monate folgende

Dauer des Sonnenscheins in Stunden.

	1886.	1887.	1888.	1889.	1890.	Mittel.
Januar . . .	36.6	81.7	93.0	58.8	68.9	67.8
Februar . .	121.4	146.3	36.2	56.3	123.4	96.7
März	178.2	115.1	76.4	78.5	125.7	114.8
April	174.8	187.0	72.8	122.8	161.9	143.9
Mai	253.8	127.6	262.4	147.5	172.7	192.8
Juni	128.8	297.1	206.4	154.3	212.2	199.8
Juli	265.9	251.0	162.5	223.1	219.7	224.4
August . .	184.4	250.6	198.1	208.2	201.0	208.5
September .	204.0	148.9	156.4	157.1	181.0	169.5
October . .	123.6	77.1	166.0	67.1	141.9	115.1
November .	70.1	59.3	50.7	110.2	40.2	66.1
December .	25.4	47.6	100.0	29.7	53.4	51.2

Seehöhe: 276.8 **Luftdruck** (für Schwere corrigirt).

1881—1890.	Mittel 730 mm. +				Extreme 700 mm. +				Grösste Oscillation.	Tag.
	7^h	1^h	9^h	$\frac{7+1+9}{3}$	Minimum.	Tag.	Maximum.	Tag.		
1881	8.2	7.8	8.0	8.0	19.2	II 11.	54.0	XII 27.	15.7	I 21./20.
1882	8.9	8.5	8.9	8.7	17.0	XII 7.	60.4	I 17.	19.4	XII 22./23.
1883	8.6	8.2	8.6	8.5	19.8	IV 28.	56.8	II 23.	18.5	XII 3./4.
1884	9.2	8.7	9.0	9.0	11.7	XII 20.	54.0	I 21.	22.9	XII 21./20.
1885	7.5	7.0	7.4	7.3	17.5	X 10.	50.9	XII 16.	16.3	XII 5./6.
1886	7.5	7.1	7.4	7.3	14.3	XII 8.	53.6	II 8.	24.4	III 7. 6.
1887	8.7	8.4	8.7	8.6	17.6	I 5.	53.4	I 21.	15.3	III 31./IV 1.
1888	8.3	8.0	8.3	8.2	16.0	III 28.	54.3	I 8.	12.8	III 21./22.
1889	8.2	7.9	8.2	8.1	19.1	IV 9.	54.3	XI 20.	17.7	II 16./15
1890	8.6	8.2	8.6	8.5	18.5	III 18.	54.2	I 6. 7.	15.1	I 30./29.
Mittel . .	8.4	8.0	8.3	738.2	711.7	1884	760.4	1882	24.4	1886

1881—1890.	Temperatur, Celsius.								Zahl der Tage	
	Mittel.				Extreme.					
	7 h	1 h	9 h	Tagesmittel $\frac{7+1+2\times 9}{4}$	Minimum.	Tag.	Maximum.	Tag.	mit Frost.	ohne Auftauen.
1881	7.5	12.4	8.9	9.4	— 19.3	I 23.	34.7	VII 19.	57	26
1882	7.9	12.7	9.1	9.7	— 7.9	II 8.	28.7	VII 15. VIII 13.	58	17
1883	7.7	12.3	8.8	9.4	— 13.5	XII 9.	29.7	VIII 14.	53	19
1884	7.9	13.2	9.5	10.0	— 8.5	XII 1.	33.9	VII 16.	50	11
1885	7.4	12.5	8.8	9.4	— 15.4	XII 12.	29.6	VI 7.	65	31
1886	7.6	12.5	9.0	9.5	— 13.6	I 12.	31.4	VIII 10.	78	31
1887	6.3	11.2	7.7	8.2	— 16.6	XII 27.	30.3	VII 30.	92	40
1888	6.6	11.4	7.9	8.4	— 13.0	I 31.	30.2	VI. 4.	86	41
1889	7.0	11.4	8.0	8.6	— 12.0	XII 9.	29.6	VII 10.	96	47
1890	6.6	11.5	8.0	8.5	— 13.4	XII 15.	29.7	VIII 18.	87	47
Mittel . .	7.2	12.1	8.6	9.1	— 19.3	1881	34.7	1881	72,2	31,0

1881—1890.	Relative Feuchtigkeit.						Bewölkung.				Dauer des Sonnenscheins. Jahressummen.	Zahl der Tage.		
	7 h	1 h	9 h	Mittel.	Minimum.	Tag.	7 h	1 h	9 h	Mittel.	Stunden.	hell.	trüb.	ohne Sonne.
1881	?	?	?	?	25	VII 20.	7.9	6.0	5.9	6.6	—	45	151	—
1882	88.2	72.3	88.3	82.9	26	IV 13.	8.1	6.2	6.1	6.8	—	29	148	—
1883	88.4	76.1	87.6	84.0	32	IV 26.	7.6	6.9	6.2	6.9	—	20	151	—
1884	87.5	67.9	85.8	80.3	32	VII 3.	7.0	6.0	5.8	6.3	—	46	138	—
1885	86.3	71.4	85.1	80.9	21	VIII 24.	7.0	6.4	5.5	6.3	—	62	144	—
1886	88.5	71.7	87.1	82.4	26	V 9.	7.2	6.5	5.8	6.5	1767.0	52	152	65
1887	88.3	70.6	86.8	81.9	26	IV 22.	7.1	5.9	5.5	6.2	1789.3	45	132	64
1888	89.9	72.2	88.1	83.4	24	V 23.	7.0	5.9	6.1	6.3	1580.9	56	146	75
1889	89.8	74.6	89.2	84.5	31	IX 16.	6.9	6.0	6.1	6.3	1413.6	52	142	82
1890	88.6	72.7	88.3	83.2	33	IV 14.	6.6	5.7	5.5	5.9	1702.0	63	117	64
Mittel . .	88.4	72.2	87.4	82.6	21	1885	7.2	6.2	5.9	6.4	1650.6	47	142	70

Zehnjährige Mittel der Zahl der Tage.

1881—1890.	hell.	trüb.	mit Frost.	ohne Auftauen.	1881—1890.	hell.	trüb.	mit Frost.	ohne Auftauen.
Januar	2.7	13.0	21.5	11.3	Winter	7.6	41.5	54.3	27.1
Februar	3.2	11.5	14.6	5.7	Frühling . . .	14.2	34.8	10.7	3.1
März	4.1	13.1	10.0	3.0	Sommer	15.9	25.0	—	—
April	4.4	10.9	0.7	0.1	Herbst	9.3	40.8	7.2	0.8
Mai	5.7	10.8	—	—					
Juni	4.2	9.9	—	—	Jahr . .	47.0	142.1	72.2	31.0
Juli	5.6	8.1	—	—					
August	6.1	7.0	—	—					
September . . .	5.0	9.5	—	—					
October	2.6	14.8	2.2	—					
November . . .	1.7	16.5	5.0	0.8					
December . . .	1.7	17.0	18.2	10.1					

Elfter Bericht

über die

Dr. J. M. Ziegler'sche Kartensammlung.

Der stets zunehmende Mangel an Platz in den Sälen der Universitätsbibliothek veranlasste die Kommission, sich nach einem Lokale umzusehen, in welchem die Kartensammlung passend untergebracht werden konnte. Ein solches fand sich denn auch im Nebengebäude der Lesegesellschaft zu ebener Erde. Die Einrichtungen für die Aufnahme der Sammlung, wie auch für deren fortdauernde Erweiterung und Ergänzung sind getroffen durch Erstellung von drei Schränken mit je 10 Schiebebrettern, denen sich noch ein vierter anschliessen wird, so wie eines breiten und langen Tisches, welcher die Benützung möglich machen wird. Wer sich um Karten interessiert, findet jetzt Gelegenheit jeden Samstag Nachmittag von 2—4 Uhr, wozu Jedermann freundlichst eingeladen ist.

Die Sammlung hat im Laufe des Jahres 1889 folgende Vermehrung erfahren:

I. Geschenke.

a) Von Herrn Prof. **Kinkelin**:

1) Plan der Stadt und Gegend von Bern, von Bollin. 1807. Fol. 1 Blatt.
2) Plan von der Stadt und dem Stadtbezirk Bern durch R. J. Bollin. Bern 1811. Fol. 1 Blatt.
3) Karte der Umgebungen von Bern, von E. Beck. 1857. 1 Blatt.

4) Plan des Corrections projetées à Lausanne (dessiné par Ch. Kinkelin). Fol. 1 Blatt.
5) Plan de la ville de Lausanne, par Berney. Lausanne 1838. Fol. 1 Blatt.
6) Carte de Lausanne et de ses environs, par Berney. Lausanne 1838. Fol. 1 Blatt.
7) Plan de la ville de Genève, par C. B. Glot. 1777 et 1793. Fol. 1 Blatt.
8) Plan topographique de la ville de Genève, par J. R. Mayer. 1835. Fol. 1 Blatt.
9) Plan von Paris. 1 Blatt.
10) Plan des Linthkanales, von J. G. Tulla. 5 Blätter.

b) Von den Erben des Herrn **Benedict Meyer-Kraus:**

11) Grasset, François, Carte de la Suisse. Lausanne 1769. 1 Blatt.

c) Von Herrn Dr. **Ludwig Sieber:**

12) Ancient map of the world, preserved in Hereford Cathedral. 1 Photographie mit 1 Blatt Erklärung. 2 Blätter.

d) Von Herrn Dr. **K. Burckhardt-Burckhardt:**

13) A new American Atlas, Geogr. of the U. S. of North America. Philadelphia 1826, published by Anthony Finley. Fol., geb.

e) Von Herrn **Alb. Hoffmann-Burckhardt:**

14) Plan der Stadt Iglan und Umgebung. 1 Blatt.

Indem wir den verehrlichen Gebern den besten Dank aussprechen, empfehlen wir die Sammlung auch fernerhin dem Wohlwollen der Kartenfreunde.

II. Anschaffungen.

1) **Roblet:** Carte de Madagascar, 1:100,000. Paris. Gr. Fol. 3 Blätter.

2) **Le Monnier:** Sprachenkarte von Oesterreich-Ungarn, 1:1,000,000. Wien 1888. Fol. 4 Blätter.
3) **Neue Generalkarte von Mitteleuropa** ed. k. k. milit. geogr. Institut. Wien. Lief. 1 u. 2. 10 Blätter.
4) **Handtke:** Generalkarte von Südamerika, 1:13,000,000. 1 Blatt.
5) **O. Herkt:** Karte der Nilländer, 1:600,000. 1 Blatt.
6) **Topographischer Atlas der Schweiz** (Siegfried-Atlas). Lief. 34. 12 Blätter.
7) **Leuzinger:** Neue Reliefkarte des Kantons Glarus, 1:50,000. 2 Blätter.
8) **Verhandlungen des 8. deutschen Geographentages** zu Berlin. Ibid. 1889. 1 Band.

Es sei uns gestattet, an dieser Stelle noch besonders aufmerksam zu machen auf die unter Nr. 12 der Geschenke aufgeführte Ancient map of the world, welcher in der Geschichte der Geographie und Kartographie eine grosse Bedeutung zukommt, und deren Studium für alle Kartenfreunde von höchstem Interesse sein dürfte.

Aus der beigefügten Rechnung ergiebt sich, dass die Zahl der Subscribenten noch 58 beträgt mit einem Jahresbeitrag von Fr. 541 gegenüber 61 mit Fr. 576 im Jahre 1888.

Die grossen Mobiliaranschaffungen, welche nöthig waren, um die werthvolle Sammlung benützbar zu machen, bewirkten, dass in dem verflossenen Jahre das Vermögen nur eine kleine Zunahme erfahren konnte; um so dringender erwünscht wäre es desshalb, wenn die alljährlich eintretenden Lücken im Verzeichniss der Beitragenden durch Nachwuchs ausgefüllt würden.

J. M. Ziegler'sche Kartensammlung.

10. Rechnung vom 1. November 1888 bis zum 31. October 1889.

Einnahmen.

1.	Saldo voriger Rechnung	Fr.	6052. 24
2.	58 Jahresbeiträge für 1888	„	541. —
3.	Zins der Hypothekenbank für 1888 .	„	217. —
4.	3. Zahlung von Herrn B. Schwabe . .	„	160. —
		Fr.	6970. 24

Ausgaben.

I. Anschaffungen.

1.	Roblet, Karte von Madagaskar . . .	Fr.	10. 50
2.	Generalkarte v. Mitteleuropa, Lief. 1, 2	„	16. —
3.	Le Monnier, Sprachenkarte von Oesterreich-Ungarn	„	20. —
4.	Verhandlungen des 8. Geographentages	„	6. 70
5.	Handtke, Süd-Amerika	„	1. 35
6.	Herkt, Nilländer	„	1. 35
7.	Leuzinger, Reliefkarte von Glarus . .	„	8. —
8.	Siegfried-Atlas der Schweiz, Lief. 34	„	12. 50
		Fr.	76. 40

II. Diversa.

1.	Einzug und Druckkosten	Fr.	42. 30		
2.	Schreinerarbeiten	„	590. 87		
3.	Schreibmaterialien u. dgl.	„	16. 15	„	649. 32
	Summe der Ausgaben . .			Fr.	725. 72
	Saldo auf neue Rechnung			„	6244. 52
				Fr.	6970. 24

Mit vollkommener Hochachtung zeichnen Namens der Kommission zur J. M. Ziegler'schen Kartensammlung

Der Vorsteher: Prof. **Fr. Burckhardt.**
Der Schreiber: Dr. **Rud. Hotz.**

Basel, im November 1889.

Zwölfter Bericht

über die

Dr. J. M. Ziegler'sche Kartensammlung.

Die Sammlung hat sich im Laufe des Jahres 1890 vermehrt um folgende

I. Geschenke.

a) Von Herrn Dr. **Theod. Kündig-von Speyr:**

1) Panorama des Rigi-Berges von Ludw. Pfyffer v. Wyher. Luzern 1818. 1 Blatt.

b) Von Herrn **Franz Kaufmann:**

2) Handatlas der neueren Erdbeschreibung für Schule und Haus. (Beigabe zu O. Spamer's illustr. Conversationslexikon.) Leipzig und Berlin 1875—1880. 4°. 34 Blätter.

c) Von den Erben des Herrn Dr. **Ad. Burckhardt-Burckhardt:**

3) Sammlung von Karten und Plänen (früher im Besitz von David Hess in Zürich), in Folio-Mappe, nebst Verzeichniss derselben. 46 Blätter.

4) Nachtrag dazu. 7 Blätter.

d) Von Herrn Dr. **Fr. Tschopp:**

5) Grundriss des Hofes Schönenbuch, verfasst durch Joh. Ludw. Erb, Burger und Feldmesser in Solothurn. 1740. Gr. fol. 1 Blatt.

e) Von Herrn Dr. **Rudolf Wackernagel:**

6) Europa gezeichnet von J. M. F. Schmidt, Berlin 1828. Auf Leinwand. 1 Blatt.

7) Amerika gezeichnet von J. M F. Schmidt, Berlin 1820. Auf Leinwand. 1 Blatt.

f) Von Frau Prof. **M. Steffensen-Burckhardt:**

8) Phys.-statist. Atlas des deutschen Reiches von Richard Andree und Os. Peschel. Bielefeld und Leipzig 1876 und 1878. Geb. 2 Bände.

9) Karten und Pläne zur Topographie des alten Jerusalem von C. Zimmermann. Basel 1876. Querfol. in Mappe, mit Begleitschrift. 4 Blätter.

g) Von den Erben des Herrn Dr. **Ed. Heussler:**

10) Georg Hoffmann, Panorama des Maderanerthales im Kanton Uri (gez. 1852) nebst Führer. Basel 1865, in Mappe (1 Bd.) und 2 Blätter.

h) Von Herrn **Ed. Greppin:**

11) Originalkupferplatte zu A. J. Buchwalders Carte de l'ancien évêché de Bâle, levée de 1815/19, gravée p. Michel à Paris. 1 Blatt.

II. Anschaffungen.

1) **C. Flemming's Generalkarten.** 29 Blätter.

2) **Engelhardt und Wensierski:** Karte von Central- und Ostafrika, 1 : 3,000,000. Berlin 1889. 1 Blatt.

3) **Nouvelle carte de l'Egypte et de ses dépendances,** 1 : 3,000,000. Berlin 1889. 3 Blätter.

4) **Berghaus physicalischer Atlas,** Abth. 5. Atlas der Pflanzenverbreitung von Osk. Drude. Gotha 1887. Fol. geb.

5) — Abth. 6. **Atlas der Thierverbreitung** von William Marshal. Gotha 1887. Fol. geb.

6) **Generalkarte von Mitteleuropa.** Lief. 1, 3, 4. 20 Blätter.

7) **Noë, Franz:** Geologische Uebersichtskarte der Alpen mit Einleitung von E. Suess. (Mappe.) 1 Blatt.

8) **Der Rheinstrom** und seine wichtigsten Nebenflüsse. Berlin 1889. Mit Atlas. 2 Bände.
9) **Emilio Valverde y Valvarez:** Mapa general de la Peninsula Ibérica etc. 1 : 250,000. 1881. 6 Blätter.
10) **Borel, Maurice:** Carte du Canton de Neuchâtel, 1 : 50,000. Neuchâtel 1889. 4 Blätter.
11) **Lannoy de Bissy:** Karte von Afrika. Schluss. 18 Blätter.
12) **Andrée und Scobel:** Karte von Afrika, 1 : 10,000,000. Bielefeld und Leipzig. 1890. 1 Blatt.
13) **Fischer, Hans:** Karte von Palästina, 1 : 700,000. 1 Blatt.
14) **Stieler Handatlas.** Lief. 1—26 mit 6 Namenregister. Gotha, Perthes, 1889. 78 Blätter.
15) **Kiepert:** Spezialkarten vom westlichen Kleinasien, 1 : 250,000. Lief. 1. 5 Blätter.
16) **Siegfried-Atlas der Schweiz.** Lief. 35 u. 36. 24 Blätter.
17) **Dufour:** Topographische Karte d. Schweiz, 1 : 100,000. Geb. 25 Blätter.
18) **Generalkarte der Schweiz,** 1 : 250,000. 4 Blätter.
19) **Eisenbahnkarte der Schweiz,** 1 : 250,000. 4 Blätter.
20) **Spezialkarten der Schweiz.** 24 Blätter.

Als ganz besonders werthvolles Geschenk unter den zahlreichen, welche unserer Sammlung dieses Jahr zugeflossen sind und für welche wir den Gebern hiemit bestens danken, heben wir hervor die Originalkupferplatte der Karte des alten Bisthums Basel von Buchwalder, welche wir der Güte seines Großsohnes verdanken.

Wir entnehmen der Arbeit von Rudolf Wolf: Geschichte der Vermessungen in der Schweiz, folgende Notiz über diese Karte:

„Mit einem ihm durch Oberst von Bonstetten anvertrauten Theodoliten und im Anschluss an das ihm

von Trechsel kommunizierte Dreieck Bern-Chasseral-Röthi begann Buchwalder die Triangulation des Bisthums, und führte darauf gestützt in den Jahren 1816—19 auch die Detailaufnahmen durch, für welche er den Maßstab 1 : 96,000 der Osterwald'schen Karte des Kantons Neuenburg gewählt hatte. Im März 1820 war die Zeichnung fertig, welche dann auf Empfehlung des Generals Guilleminot, der damals für die Grenzbereinigung abgeordnet war, dem geschickten Kartenstecher Michel zu Paris übergeben wurde und 1822 konnte die „Carte de l'ancien évêché de Bâle" etc. ausgegeben werden — ein schönes Blatt von 68 auf 61 cm., mit sorgfältiger, wenn auch leider unter zenithaler Beleuchtung und ohne Beigabe von Höhenquoten gegebener Terrainzeichnung, das grossen Beifall fand und noch später von Dufour für die betreffenden Parthien seines Atlasses benützt wurde."

Die Rechnung unserer Kasse zeigt, dass die Zahl der Beitragenden wiederum um 3 abgenommen hat und nun auf 55 gesunken ist; möge dem wiederholt ausgesprochenen Wunsche um Nachwuchs eine freundliche Gewährung zu Theil werden.

Alle Freunde der Kartographie machen wir darauf aufmerksam, dass das im Nebengebäude der Lesegesellschaft sich befindende Zimmer, welches die Kartensammlung enthält, jeweilen Samstag Nachmittag zwischen 2—4 Uhr geöffnet ist.

Der Vorsteher:

Prof. **Fr. Burckhardt.**

Basel, im November 1890.

J. M. Ziegler'sche Kartensammlung.

11. Rechnung vom 1. November 1889 bis zum 31. October 1890.

Einnahmen.

1.	Saldo voriger Rechnung	Fr.	6244. 52
2.	55 Jahresbeiträge für 1889	„	526. —
3.	Zins der Hypothekenbank für 1889 .	„	221. 45
4.	Geschenk eines Freundes (W. S.) .	„	20. —
		Fr.	7011. 97

Ausgaben.

I. Anschaffungen.

1.	Flemming's Generalkarten, 29 Blatt .	Fr.	42. 70
2.	Karte von Central- u. Ostafrika . .	„	2. —
3.	Nouvelle Carte de l'Egypte	„	5. 35
4.	Drude, Atlas der Pflanzenverbreitung	„	15. —
5.	Marshall, Atlas der Thierverbreitung	„	16. 50
6.	Generalkarte von Mitteleuropa, Lief. 1, 3, 4	„	44. 80
7.	Noë, geologische Uebersichtskarte der Alpen	„	13. 35
8.	Der Rheinstrom u. seine Nebenflüsse, Text und Atlas	„	60. —
9.	Valverde, Karte v. Spanien u. Portugal	„	12. —
10.	Borel, Maurice, Karte des Kantons Neuchâtel	„	10. 20
11.	Lannoy de Bissy, Karte von Afrika (Schluss)	„	6. —
12.	Andrée und Scobel, Karte von Afrika	„	6. 70
13.	Fischer, Hans, Karte von Palästina .	„	2. —
14.	Stieler, Handatlas, Lief. 1—21 mit 6 Namenregistern	„	54. 75
	Uebertrag	Fr.	291. 35

	Uebertrag	Fr.	291. 35
15.	Kiepert, Karte des westl. Klein-Asiens, 1. Lief.	„	13. 35
16.	Siegfried-Atlas der Schweiz, Lief. 35 und 36	„	22. 10
17.	Dufour-Atlas der Schweiz, gebunden	„	40. —
18.	Generalkarte der Schweiz, 4 Blatt .	„	4. —
19.	Eisenbahnkarte der Schweiz, 4 Blatt	„	4. —
20.	Spezialkarten der Schweiz, 24 Blatt	„	30. 70
		Fr.	405. 50

II. Diversa.

1.	Einzug der Beiträge . .	Fr.	15. —		
2.	Schreinerarbeiten	„	181. 60		
3.	Buchbinder	„	7. —		
4.	Buralien u. dgl.	„	19. 30	„	222. 90
	Summe der Ausgaben . .			Fr.	628. 40
	Saldo auf neue Rechnung			„	6383. 57
				Fr.	7011. 97

Dr. **L. Sieber,** Quästor

Basel, am 27. November 1890.

Studien über Dampfspannkraftsmessungen.

In Gemeinschaft

mit

Paul Schröter

und anderen Mitarbeitern

von

Georg W. A. Kahlbaum.

Vorbemerkung.

Die nachfolgenden Blätter bringen neben anderem die Lösung einer Frage, die durch frühere Arbeiten des Verfassers von neuem angeregt wurde und die trotz einer Reihe von Abhandlungen für und wider ihre endgültige Erledigung bisher nicht gefunden hatte.

Dass die Entscheidung nicht schon früher erfolgte, wie das wohl mit Recht durfte erwartet werden, hatte seinen Grund darin, dass teils andere Arbeiten den Verfasser verleiteten, teils aber der Mangel an geeigneten Mitarbeitern ihn zwang in seinen experimentellen Untersuchungen eine vielmonatliche Unterbrechung eintreten zu lassen, so dass erst in den letzten anderthalb Jahren eine Wiederaufnahme der Arbeiten ermöglicht wurde; es mag dies die Verzögerung erklären und entschuldigen.

Der Anteil der Herren Mitarbeiter an den folgenden Untersuchungen ist ein sehr verschiedener; es erschien deshalb ungerecht, sollten die hervorragenden Verdienste, die sich Herr Studiosus Paul Schröter durch seine exacte

und umsichtige Art zu arbeiten, um die Lösung der gestellten Aufgabe erworben hat, dadurch, dass sein Name als der des hervorragendsten Mitarbeiters auch auf dem Titel ausdrücklich genannt wurde, nicht noch besonders hervorgehoben werden.

Die Namen der anderen Herren Mitarbeiter sind jeweilen unter den bezüglichen Abschnitten mit angegeben.

Es ist neuerdings vielfach Brauch geworden, sich bei Veröffentlichungen einer fast lapidaren Kürze zu befleissigen; so löblich solch Bestreben an sich auch sein mag, so ist es doch nicht in allen Fällen unbedingt zu loben und dies ganz besonders dann nicht, wenn es sich um die Beschreibung von angestellten Versuchen handelt. Für den Leser und vorzüglich für den urteilenden Leser genügt es nicht, etwa nur das Prinzip eines angewandten Apparates, etwa nur schematisch den Gang eines Versuches kennen zu lernen; um urteilen zu können, ist in solchen Fällen epische Breite notwendig. Es muss verlangt werden, dass zum wenigsten an einem Beispiel genau ersichtlich ist, wie ein bestimmtes Resultat erreicht wurde, welche und in welcher Art Correcturen anzubringen waren und angebracht wurden.

Aus diesem Grunde und nicht an Freude an Weitschweifigkeit sahen wir uns veranlasst, Methoden, Versuche und Rechnungen in der folgenden Arbeit bis in alle Einzelheiten mitzuteilen, nicht nur die Beurteilung als solche, auch ein etwaiges kritisches Wiederholen der Versuche sollte dadurch erleichtert werden.

Basel, den 31. Mai 1891.

Kahlbaum.

Einleitung.

Vor einer Reihe von Jahren hatten wir bei einer grösseren Reihe von Stoffen, die den verschiedensten chemischen Typen zugehörten, die Wechselbeziehung zwischen Siedetemperatur und Druck untersucht.[1]) Den Ausgangspunkt dieser Arbeiten, deren erste Resultate mit voller Absichtlichkeit als „Studien und Vorarbeiten" bezeichnet wurden, bildete das sogenannte Dalton'sche Gesetz,[2]) nach welchem allen Substanzen bei Temperaturen, welche um eine gleiche Anzahl von Graden über oder unter dem Siedepunkt bei gewöhnlichem Druck liegen, die gleiche Dampftension zukomme.[3])

Dieses Gesetz haben auch wir, wie das schon vielfach sonst vorher geschehen, als unrichtig nachweisen können.[4])

Sehr viel früher, im Jahre 1868, hatte Herr H. Landolt die Spannkräfte der gesättigten fetten Säuren $C_1 - C_5$ auf die Gültigkeit dieses Gesetzes hin untersucht[5]) und hatte dabei nachweisen können, dass für

---

[1]) Siedetemperatur und Druck in ihren Wechselbeziehungen. Studien und Vorarbeiten von Georg W. A. Kahlbaum, Leipzig, Barth, 1885.

[2]) Experimental essays on the constitution of mixed gases; on the force of steam or vapour from water and other liquids in different temperatures, both in a Torricellian vacuum and in air; on evaporation; and on the expansion of gases by heat. By John Dalton. Manchester, Phil. Soc. Mem. Bd. 5, 1802, pag. 535—602.

[3]) Dalton a. a. O. pag. 550.

[4]) Eingehende Nachweise darüber siehe die angeführte Schrift von Kahlbaum, Historischer Theil, pag. 1—51; was sonst in neuerer Zeit darüber geschrieben, z. B. G. C. Schmidt, Untersuchungen über die Dampfdrucke homologer Verbindungen. Zeitschrift für phys. Chem. Bd. 7, 1891, pag. 433 u. 434 sind nur mangelhafte Auszüge daraus, ohne Angabe der Quelle.

[5]) Landolt, Liebig, Annal. Supplbd. 6, 1868, pag. 129.

Tabelle 1.

	Siedepunkte für den Druck von															
	1160 +	Δ CH_2	960 +	Δ CH_2	760 +	Δ CH_2	560 +	Δ CH_2	360 +	Δ CH_2	160 +	Δ CH_2	60 +	Δ CH_2	30 +	Δ CH_2
Ameisensäure	—		—		100^0		90^0		77^0		56^0		33^0		19^0	
		—		—		19^0		19^0		19^0		17^0		15^0		12^0
Essigsäure	132^0		126^0		119^0		109^0		96^0		73^0		48^0		31^0	
		20^0		20^0		20^0		21^0		21^0		22^0		21^0		20^0
Propionsäure	152^0		146^0		139^0		130^0		117^0		95^0		69^0		51^0	
		23^0		22^0		22^0		21^0		20^0		17^0		13^0		10^0
Buttersäure	175^0		168^0		161^0		151^0		137^0		112^0		82^0		61^0	
		13^0		13^0		13^0		13^0		12^0		11^0		9^0		8^0
Valeriansäure	188^0		181^0		174^0		164^0		149^0		123^0		91^0		69^0	

diese homologen Säuren Daltons Regel zwischen 1160^{mm} und 360^{mm} Druck eine recht annähernde Geltung habe, wie das die vorstehende Tabelle 1, die Herrn Landolt's Arbeit entnommen ist,[1]) zeigt.

Dagegen zeigen die Zahlen, dass für niedere Drucke etwa von 360^{mm} abwärts auch von einer nur annähernden Gültigkeit des Gesetzes nicht wohl mehr wird gesprochen werden können. Bei einem Vergleich der für die gleichen Stoffe von uns festgestellten Zahlen wies es sich aus, dass Herrn Landolt's Beobachtungen für tiefere Drucke besonders, sehr wesentlich von den unseren abwichen, wie das aus der unten folgenden Tabelle 2 ersichtlich.

Durch diesen Vergleich wurde die Frage nach der Gültigkeit von Dalton's Regel für die fetten Säuren, wie sie Herr Landolt wieder aufgeworfen, in das Hintertreffen gerückt. Dass sie eine allgemeine Gültigkeit nicht habe, war gezeigt; zu entscheiden, ob ihr annäherndes Gelten für diese Säuren auch auf tiefere Drucke noch könnte ausgedehnt werden, musste verschoben werden bis auf eine Zeit, in welcher die Abweichungen der Zahlen des Herrn Landolt von den von uns beobachteten eine genügende Erklärung gefunden hatten.

Ein Vergleichen der beiden Resultate ergiebt aber nicht nur sehr erhebliche Differenzen, Differenzen, die innerhalb der Beobachtungsgrenzen bis auf 40^{0} für den gleichen Druck steigen; der Vergleich lehrt auch, dass diese Differenzen kein willkürliches Hin und Her, kein Schwanken oder Zucken zeigen, dass dieselben vielmehr durch eine ganz bestimmte Bewegung charakterisiert werden, die darin zum Ausdruck gelangt, dass die Dif-

---

[1]) Landolt a. a. O., pag. 179.

Tabelle 2.[1])

Druck in mm.	Ameisensäure			Propionsäure			Normalbuttersäure			Isovaleriansäure.		
	Kahlbaum	Landolt	Diff.	Kahlbaum	Landolt	Diff.	Kahlbaum	Landolt	Diff.	Kahlbaum	Landolt	Diff.
10	—	—	—	—	24.1	—	—	28.9	—	71.8	34.7	37.1
15	—	—	—	—	34.0	—	68.7	40.8	27·9	78.5	46.8	31.7
20	19.9	11.6	8.3	55.4	41.1	14.3	73.0	49.3	23.7	83.7	56.0	27.6
25	22.0	15.7	6.3	59.0	46.5	12.5	76.9	55.8	21.1	88.4	63.2	25.2
30	23.7	19.2	4.5	62.8	51.0	11.8	80.5	61.3	19.2	91.6	69.1	22.5
35	25.6	22.1	3.5	65.7	55.0	10.7	83.2	66.5	16.7	94.6	73.9	21.0
40	27.3	24.7	2.6	68.0	58.3	9.7	85.9	70.0	15.9	97.0	78.2	18.8
45	29.1	27.2	1.9	70.0	61.4	8.6	87.8	73.5	14.3	99.8	82.0	17.8
50	30.7	29.3	1.4	71.6	64.2	7.4	90.3	76.7	13.6	100.7	85.9	14.8

[1]) In dieser Tabelle sind dieses Mal die extrapolierten Zahlen, die sonst durch Ausrufungszeichen (!) gekennzeichnet wurden, ganz fortgelassen worden.

ferenzen einmal bei der gleichen Säure mit der Druckabnahme wachsen und zweitens bei verschiedenen Säuren sowohl bei gleichen Drucken als bei gleichen Temperaturen betrachtet mit dem Kohlenstoffgehalt der Säuren ebenfalls wachsen, wie das die folgende Tabelle 3 belegt.

Tabelle 3.[1]

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
Druck	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
Temperatur . .	11.6	21.3	41.1	49.3	56.0
Differenz	8.3	9.8	14.3	23.7	27.6
Druck	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm	50 mm
Temperatur . .	29.3	43.2	64.2	76.7	85.9
Differenz	1.4	4.7	7.4	13.6	14.8

Temperatur 34°

Differenz der Methoden	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
	1.1	6.8	17.6	30.0	36.2

Worin finden diese so bedeutenden und in so regelmässiger Bewegung auftretenden Differenzen ihre Erklärung, sind dieselben auf mangelhafte Untersuchungen zurückzuführen, oder ist der Grund ein innerer, ein gebotener?

Wir halten uns unter allen Bedingungen nicht für berechtigt, Resultate anderer Forscher aus dem einzigen Grunde, weil sich dieselben mit unseren eigenen nicht

[1]) Um die ganze Reihe der Säuren von C_1 — C_5 zu vervollständigen, sind der Tabelle 3 die Zahlen für Essigsäure, die einer Arbeit des Herrn Richardson: „Determination of vapour pressures of organic alcohols and acids, Bristol 1886“, entnommen worden sind, eingefügt.

decken, kurzer Hand für falsch zu erklären. Wir ziehen den sehr viel weniger bequemen Weg vor, zu prüfen, ehe wir entscheiden. So lange bis wir uns durch eigne Beobachtung nicht von dem Gegenteil überzeugt haben, sehen wir solche Differenzen, wie die oben mitgeteilten, wenn sie sich aus den Ergebnissen ernster Forschung ableiten, als zu recht bestehend an.

Wir haben von dem Werte wissenschaftlicher Arbeit eine zu hohe Meinung, als dass wir einer vorgefassten theoretischen Ansicht zu liebe über nicht passende Ergebnisse exacter Untersuchungen einfach zur Tagesordnung übergehen könnten. Wir mühen uns deshalb vielmehr unsere Ansichten den Thatsachen anzupassen, als Thatsachen nach unseren Anschauungen zu modeln.

Somit war es, so lange die Differenzen zwischen den Resultaten der beiden Experimental-Untersuchungen nicht aus der Welt geschafft waren, durchaus unsere Pflicht, das Warum zu ergründen, nicht aber war es erlaubt, die Thatsache selbst dadurch abzuläugnen, dass wir kurz und gut die Resultate des Herrn Landolt für falsch erklärten.

Was aber konnte ein Abweichen der beidseitigen Resultate bedingen?

Herr Landolt hatte seine Untersuchungen in der Weise angestellt, dass er in der Barometerleere die Spannkraft des Dampfes bestimmte, wir hatten im luftverdünnten Raum destillirt. Es war also nach zwei verschiedenen und zwar wesentlich verschiedenen Methoden untersucht worden. Hierin, in der Anwendung der zwei verschiedenen Methoden, konnte eine Erklärung der abweichenden Resultate gesucht werden. Das eine Mal durch Herrn Landolt war der Druck gemessen worden, den die von der Oberfläche, d. h. von einer unter be-

stimmten und besonderen Ausnahmszuständen sich befindenden Schicht,[1]) einer Flüssigkeit ausgehenden Molekeln auf eine Quecksilbersäule ausüben, das andere Mal durch unsere Arbeiten war die Temperatur bestimmt, die, um es möglichst kurz und prägnant auszudrücken, nothwendig ist die Cohäsion und die sonstigen Konstanten der Siedegleichung

$$S = D + C + A + O + H + Z$$ [2])

in allen Schichten der Flüssigkeit zu überwinden.

Nun ist, wie bekannt, der Vorgang beim Kochen in der That ein durchaus anderer als bei dem Verdampfen von der Oberfläche; zudem verdampfen alle Flüssigkeiten innerhalb sehr weiter Temperaturgrenzen, Quecksilber z. B., wie Faraday[3]) nachgewiesen hat, noch 350° unter seinem Kochpunkt bei gewöhnlichem Druck in beträchtlicher Menge, sie kochen dagegen stets, gleichen Druck vorausgesetzt, nur bei einer für jede ganz bestimmten Temperatur; demnach ist auch die Annahme von Maximalspannkräften bei niedreren Temperaturen als diejenigen sind, unter denen die Flüssigkeiten beim gleichen Drucke kochen, nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen. Es führte Beobachtung und Ueberlegung somit zu der gleichen Frage, geben die beiden Methoden der Dampfspannkraftsmessung übereinstimmende Resultate oder nicht?

Kahlbaum.

---

[1]) Hagen, Ueber die Oberfläche der Flüssigkeiten, Berlin, Abhandl. 1845 (Math.) pag. 41 u. 1846 pag. 1.

[2]) Pless, „Ueber das Lösungsgesetz und das Sieden der Flüssigkeiten“ u. s. w. Wien. Akad. Sitzgsber. Bd. 54 (Abth. 2), 1866, pag. 75.

[3]) Faraday, „On the vapour of mercury at common temperatures.“ Quart. Journ. of Sic. Bd. 10, 1821, pag. 354.

Theil I.

Die statische und die dynamische Methode der Spannkraftsmessung.

Historisches.

Die Frage, ob die beiden Methoden der Dampfspannkraftsmessung übereinstimmende Resultate oder nicht ergäben, hat die Wissenschaft seit langem beschäftigt. Zum ersten Male überhaupt wurden, soweit unsere Kenntniss geht, beide Methoden für denselben Stoff, nämlich für Wasser 1797 und 1798 von John Southern[1]) angewandt, der für hohe Drucke bis zu 8 Atmosphären die Spannkraft in einer Art papinianischem Topfe mass, während er für niedere Drucke bis 0.5 ^{mm} in einem Apparat, der dem Watt'schen nachgebildet war,[2]) die Tensionen bestimmte, da aber beide Methoden von ihm nicht für die gleichen Temperaturen und Drucke ange-

---

[1]) Es werden in der Arbeit auch Bestimmungen von Creighton erwähnt und mitgetheilt. Creighton assistirte Southern bei seinen Versuchen. Vergleiche auch Creighton, Formula for calculating the Force of Steam. Tilloch, Phil. Mag. Bd. 53, 1819, pag. 266.

[2]) Schon früher wurde (Kahlbaum, Siedetemperatur und Druck, pag. 9) darauf hingewiesen, dass von James Watt der später so vielfach angewandte Tensionsapparat herrührt. Näheres über die 1764—65 angestellte Arbeit siehe Robinson, Mech. Phil. Bd. 2, pag. 29.

wandt wurden, so ist er auch auf die uns beschäftigende Frage nicht eingetreten.[1])

Im Jahre 1802 veröffentlichte John Dalton[2]) seine berühmte Arbeit über die Expansivkraft der Dämpfe verschiedener Flüssigkeiten, in welcher er seine im Watt'schen Apparat ausgeführten Messungen mitteilt, die sich über Aether, Alkohol, flüssiges Ammoniak, Quecksilber u. s. w. erstrecken. Aus seinen Versuchen leitet er folgende zwei wichtigsten Schlüsse ab:

1) Die Spannung des Wasserdampfes nimmt bei gleichmässiger Temperaturzunahme fast in geometrischer Progression zu.
2) Bei gleichen Temperaturunterschieden ist der Unterschied der Expansivkraft des Dampfes aller Flüssigkeiten gleich, sofern von Temperaturen an gerechnet wird, bei welchen beide Dampfsorten dieselbe Expansivkraft haben.

Dies sind die beiden so ausserordentlich wichtigen Gesetze Dalton's über das Siedephänomen, deren Nachwirkung noch bis heute verspürt wird und die als erregende Ursache all' der bisher aufgestellten Siedegesetze, die sich mit der Wechselwirkung von Siedetemperatur und Druck beschäftigen, betrachtet werden müssen. Beide sind falsch und wurden als falsch früh genug schon erkannt; beide aber sind auch in ihrer Einfachheit so wunschrecht, dass 90 Jahre nicht genügt haben, sie völlig verschwinden zu machen.

---

[1]) Die Originalarbeit war nicht erhältlich, nur ein Bericht: „Mr. John Southerns Experiments on the Density, Latent Heat and Elasticity of Steam. By John Taray. Phil. Mag. Bd. 30, 1847, pag. 113.

[2]) Versuche über die Expansivkraft der Dämpfe von Wasser und anderen Flüssigkeiten, sowohl im luftleeren Raum als in der Luft, von John Dalton. Gilbert Annal. Bd. 15, 1815, pag. 1 u. 122.

Es mag hier als interessante historische Korrektur eingeschaltet werden, dass Alessandro Volta[1]) in einem Brief an Prof. Vassalli, vom 24. Oktober 1795, ganz den gleichen, wie den zweiten Dalton'schen Satz aufgestellt hat. Er belegt denselben mit seinen Beobachtungen über Wasser, Alkohol und Aether. Diese Arbeit ist bei früheren historischen Studien stets übersehen worden; deshalb mag sie hier ausdrücklich erwähnt werden; auch soll in der Folge, was bei dem vielerlei von Dalton geleisteten, der Deutlichkeit nur förderlich, mit Rücksicht auf die historische Gerechtigkeit, deshalb stets vom Volta-Dalton'schen Gesetz gesprochen werden, nach welchem allen Stoffen beim gleichen Abstand vom Siedepunkt die gleiche Spannkraft zukäme.

In einem Vortrage vom 6. April 1819 kommt Dalton noch einmal auf sein Gesetz zurück; die Stelle ist, wie wir schon früher darauf aufmerksam gemacht haben,[2]) recht dunkel ausgedrückt; ein Missgeschick, das das Volta-Dalton'sche Gesetz und seine Ableger, wie es scheint, auch noch in der neuesten Zeit verfolgt.[3]) In diesem Vortrage[4]) spricht Dalton die für uns wichtige Bemerkung aus: „dass der Siedepunkt, d. h. der Punkt der Temperatur, in welcher der Dampf des Aethers die Kraft erreicht hat, dem Druck der Atmosphäre das Gleichgewicht zu halten, ein anderer ist, ob man den Körper siedet oder ob man ihn in der Barometerleere einer

---

[1]) Volta, Opere, Firenze 1816, Bd. 3, pag. 381.

[2]) Kahlbaum, Siedetemperatur und Druck, pag. 30, vgl. auch Meinecke, Schweigger Journ. Bd. 28, 1825, pag. 364.

[3]) Vgl. Mejer Wildermann. Deutsch. chem. Ges. Ber. Bd. 23, 1890, pag. 1254.

[4]) Schweigger Journ. Bd. 28, 1820, pag. 370.

Temperatur aussetzt, bei welcher sein Dampf eine Quecksilbersäule von 760^{mm} trägt."

Hiermit ist denn zum ersten Male das Bestehen einer Differenz zwischen den Resultaten beider Methoden behauptet worden, allerdings ungenügend und falsch begründet, aber doch deutlich und bestimmt ausgesprochen. Trotzdem wurde die doch zweifelsohne äusserst interessante Bemerkung Dalton's wenig beachtet. In den ausführlichsten Berichten über diesen Gegenstand findet sich nichts darüber angegeben, so weder von Muncke,[1] der Dalton so heftig zu Leibe geht, noch von Kämtz,[2] dessen Zusammenstellung an Vollständigkeit sonst nichts zu wünschen übrig lässt.

Die eigentümliche Einfachheit, die in der Volta-Dalton'schen Regel ausgesprochen war, vereinigte so ausschliesslich das Interesse aller Forscher auf sich, dass nur sehr wenige auf die Frage nach der Differenz der beiden Methoden eintraten. Unter diesen ist zuerst zu nennen James Forbes[3], der aus dem Nichtübereinstimmen seiner Kochpunkte mit den Tensionsbestimmungen Daltons ableitete: „dass es zweierlei sei, die Spannkraft des Dampfes von grösster Dichte zu bestimmen, den Wasser von einer bestimmten Temperatur geben kann, oder aber zu messen, unter welchem Luftdruck Wasser Dampf von bestimmter Temperatur geben wird," der sich also deutlichst im Sinne einer Differenz ausspricht.

Auf die Frage selbst, wie es sich mit der Ueber-

---

[1]) Muncke in Gehlers physikalischem Wörterbuch. Bd. 2, 1826, pag. 279. Bd. 10, 1841, pag. 196.

[2]) Kämtz, Untersuchungen über die Expansivkraft der Dämpfe. Halle, 1826.

[3]) Edinb., Roy. Soc. Trans. Bd. 15, 1841, pag. 409.

einstimmung der nach beiden Methoden erhaltenen Resultate verhält, geht zwar der nun zu nennende Magnus bei seinen Versuchen „Ueber die Spannkräfte des Wassers“ nicht ein,[1]) doch ist auch ihm völlig klar, dass die Vorgänge beim Kochen und die beim Verdampfen einer Flüssigkeit durchaus verschiedene sind. Er fügt seiner genannten berühmten Arbeit eine besondere Abhandlung bei unter dem Titel: „Ueber die Kraft, welche zur Erregung von Dämpfen erforderlich ist,“[2]) in der er sagt: „Es bleibt deshalb nur übrig anzunehmen, dass die Kraft, welche zur Erzeugung des Dampfes erfordert wird, deshalb grösser sei als seine Spannkraft oder die Kraft, welche er zu seinem Bestehen nöthig hat, weil die Cohäsion der Flüssigkeit, auf welcher ihr tropfbarer Zustand beruht, überwunden werden muss.“[3]) Magnus betont dann weiter, dass die Cohäsion nicht für alle Teilchen der Flüssigkeit gleich sein könne, „weil an der Oberfläche . . . . . . wo sie mit Luft in Berührung ist, ihre Theile nicht mit ebenso grosser Kraft zurückgehalten werden, als im Innern, wo jedes Theilchen von allen Seiten mit gleichartigen Theilchen umgeben ist.“[3]) Es lehnt demnach auch Magnus keineswegs die Divergenz beider Methoden von vorn herein ab, vielmehr macht er ausdrücklich auf die beim Kochen zu überwindende Cohäsion und ihren Einfluss als unterscheidend aufmerksam.

Nach James Forbes ist es erst wieder Regnault[4])

---

[1]) Poggend. Annal. Bd. 61, 1844, pag. 225.
[2]) Poggend. Annal. Bd. 61, 1844, pag. 248.
[3]) A. a. O., pag. 249.
[4]) Paris, Mém. Acad. Sci. Bd. 26, 1862, pag. 340.

gewesen, der auf die Frage, ob die beiden Methoden, für die er die Namen statische und dynamische vorschlug,[1]) übereinstimmende oder abweichende Resultate gäben, ausdrücklich eintrat. Seine Versuche, die er für Wasser und andere Flüssigkeiten anstellte, führten ihn dahin, anzunehmen, dass beide Methoden durchaus coincidierende Resultate ergäben, jedoch nur dann, wenn absolut einheitliche Stoffe angewendet würden, d. h., wenn auch die letzten Spuren von Verunreinigungen aus den zu untersuchenden Stoffen entfernt seien, doch fügt auch er ausdrücklich hinzu, dass die beiden Methoden theoretisch ihrem Wesen nach wohl unterschieden sind.[2])

Regnault hat jedoch seine Versuche über die Identität beider Methoden nicht bei sehr tiefen Drucken, bei denen die Differenzen nach den vorliegenden Zahlen ja erst recht deutlich zu Tage treten müssten, vorgenommen. Dagegen weist er ausdrücklich darauf hin,[3]) dass während bei höheren Drucken die Temperatur der Flüssigkeit selbst sich von der im Dampfe gemessenen nicht unterscheidet, sich eine solche Differenz, die mit sinkendem Drucke wächst, bei niederen Drucken sehr wohl nachweisen lässt und dass dieselbe bei Wasser beim Drucke 160^{mm} und der Temperatur 42^{0} C. schon 0.7^{0} beträgt.

Da nun ausserdem Regnault bei unterschiedlichen Stoffen wie Chloroform, Benzol[4]) u. s. f., recht wesentliche Differenzen bei der Ausführung der Spannkraftsmessung nach den verschiedenen Methoden erhielt, so

---

[1]) Regnault, a. a. O., pag. 341.

[2]) Théoriquement, les deux méthodes présentent une différence essentielle, a. a. O., pag. 341.

[3]) Paris, Mém. Acad. Sci. Bd. 21, 1847, pag. 524.

[4]) Paris, Mém. Acad. Sci. Bd. 26, 1854, pag. 403 u. 416.

erscheint sein Zeugniss nicht in dem Maasse schwerwiegend, wie das sonst wohl der Fall sein müsste. Es lässt sich vielmehr seine Beobachtung, dass die Temperatur des flüssigen von dem dampfförmigen Wasser bei den gleichen niederen Drucken verschieden sei, auch im Sinne der gegentheiligen Anschauung verwerten.

Regnaults gewaltiger Aufwand an Scharfsinn und Arbeitskraft bei den hieher gehörigen Untersuchungen hat in den erlangten Resultaten offenbar ein Aequivalent nicht gefunden. Das führte dahin, dass seine Arbeiten einen eigentlichen Schlusstein bilden. Dieses Gebiet der Wissenschaft wird so gut wie aufgegeben. Aeusserst spärlich nur finden sich noch Arbeiten, die sich mit der Messung der Spannkräfte der Dämpfe beschäftigen. Neben einer älteren, mit der Regnault'schen ungefähr gleichzeitigen von Bendix,[1] sind da zu nennen die Arbeiten von v. Babo[2] und Wüllner,[3] die besonders die Spannkräfte des Wassers über Salzlösungen behandeln und eine wenig

---

[1]) Bendix, Versuche die elastische Kraft des Quecksilberdampfes bei verschiedenen Temperaturen zu bestimmen. Breslau, Lucas, 1853.

[2]) v. Babo, Ueber die Spannkraft des über Salzlösungen befindlichen Wasserdampfes. Freiburg, Berichte. Bd. 1, 1858, pag. 18 u. 277.

[3]) Wüllner, 1. Ueber die Spannkraft des Dampfes von wässerigen Salzlösungen. Poggend. Annalen, Bd. 103, 1858, pag. 529. 2. Versuche über die Spannkraft des Dampfes aus Lösungen von Salzgemischen. Poggend. Annal., Bd. 105, 1859, pag. 85. 3. Versuche über die Spannkraft des Wasserdampfes aus Lösungen wasserhaltiger Salze. Poggend. Annal., Bd. 110, 1860, pag. 564. 4. Ueber die Spannkraft des Dampfes von Flüssigkeitsgemischen. Poggend. Annal., Bd. 129, 1866, pag. 353. 5. Einige Beobachtungen über die Spannkraft des Dampfes einiger organischer Flüssigkeiten. Bonn, Sitz. Ber. Niederrhein. Gesell. 1866, pag. 66.

wichtige von Dittmar,[1]) bei welchen sämmtlich nur die statische Messungsmethode zur Anwendung kam.

Vor allem aber müssen wir der schon mehrfach genannten Arbeit von Landolt[2]) gedenken und einer ebenfalls recht eingehenden „Ueber Dampfspannung homologer Ester“ von Otto Schumann.[3]) Herr Landolt hat ebenfalls nur statisch beobachtet, Herr Schumann statisch und dynamisch.

Auf die uns hier zumeist interessirende Frage ist jedoch keiner der genannten Forscher eingetreten.

Während Herr Landolt auf alle Einzelheiten seiner Versuche und Apparate genau eingeht, kann nur der Teil der Arbeit des Herrn Schumann, der sich auf die dynamische Methode bezieht, auf das gleiche Lob Anspruch erheben; der Teil, in dem die statische Methode auf wenigen Zeilen abgemacht wird, ist etwas stiefmütterlich behandelt, so ist aus den mitgeteilten Daten nicht wohl ersichtlich, wo nach der einen und wo nach der anderen Methode beobachtet wurde; so dass uns seine Arbeiten auch für ein nachträgliches Studium der Frage kein Material bieten.

Zum Schluss sei noch eine Arbeit von Konowalow erwähnt, der die Spannkräfte von Flüssigkeitsgemischen statisch untersuchte, eine Arbeit, die, wie später gezeigt werden wird, wenn auch Konowalow selbst die schwebende Frage nicht berührte, für die Erklärung der Differenzen von massgebender Wichtigkeit ist.

---

[1]) Dittmar, Ueber die Dampfspannung des ameisensauren Aethyls und des essigsauren Methyls. Liebig Annal. Supplbd. 6, 1868, pag. 363.

[2]) Landolt, Untersuchung über die Dampftension homologer Verbindungen. Liebig Annal. Supplbd. 6, 1868, pag. 129.

[3]) Schumann, Ueber Dampfspannung homologer Ester. Wiedemann Annal., Bd. 12, 1881, pag. 40.

Die ganze Frage war also gewissermassen latent. Seit Regnault war sie nicht mehr berührt, bis sie durch das schon erwähnte Resultat eines Vergleiches der Zahlen Landolts mit den unsrigen, von neuem in den Vordergrund des Interesses getragen wurde.

Die endgültige Lösung erschien uns von vornherein nur auf einem Wege möglich: Neuprüfung sowohl der von Herrn Landolt als von uns aufgestellten Zahlen.

Das letzte geschah zuerst. Eine eingehende Prüfung unserer Zahlen ergab ihre vollkommene Berechtigung.[1]) Die auf die verschiedenste Weise immer von neuem geprüften Zahlen zeigten ein besseres Uebereinstimmen, als für solche Beobachtungen bisher je erreicht worden war.

Neben der Verifizirung der früher erhaltenen Zahlen konnte in einer weiteren Abhandlung,[2]) im Gegensatz zu allen bisherigen Untersuchungen, der experimentelle Nachweis erbracht werden, dass die aus Salzlösungen aufsteigenden Wasserdämpfe eine erheblich höhere Temperatur als 100° erreichen können und dass Theorie und Experiment darin vollkommen übereinstimmen, dass die Temperatur des aus siedenden Lösungen sich entwickelnden Dampfes ausser vom Luftdruck noch von der Temperatur der Lösungen, aus welchen er sich entwickelt, direkt abhängt.

Dieser Beweis war für die vertretene Auffassung von ganz besonderer Wichtigkeit, da aus ihm heraus sich eine Differenz beider Methoden sehr wohl erklären liess. Es war nur nöthig mit Tomlinson zu definiren: „Eine Flüssigkeit, welche ihren Siedepunkt ganz oder beinahe erreicht hat, ist eine über-

---

[1]) Diese Verhandlungen Bd. 8, 1887, pag. 363.

[2]) Diese Verhandlungen Bd. 8, 1887, pag. 418.

sättigte Lösung ihres eignen Dampfes"[1]) und dazu die Magnus'schen Ansichten[2]) zu halten, um eine etwaige Differenz, welche die Folge der Einwirkung der Cohäsion sein müsste, fast vorauszusehen.

Da die Zahlen des Herrn Landolt vordem mehrfach direkt geprüft oder zu Rechnungszwecken verwendet worden waren, wie von Winkelmann,[3]) Schumann,[4]) Konowalow[5]) u. a. m., ohne zu erheblichen Bemängelungen Veranlassung gegeben zu haben, so ging aus der ersten Prüfung der dynamisch erhaltenen Zahlen die Ansicht von der grundsätzlichen Verschiedenheit der Resultate beider Methoden durchaus gekräftigt hervor, und das um so mehr, als eine Anzahl von Veröffentlichungen der Herren Ramsay und Young[6]) und des Herrn Richardson,[7]) die für den wirklichen Entscheid der Frage ohne irgend welchen Belang, bei der ausgesprochenen Absicht, die „Wertlosigkeit" unserer dynamisch erhaltenen Zahlen nachzuweisen, gerade das Gegentheil, nämlich vollkommene Bestätigung derselben erreichten, wie das aus der nachfolgende Tabelle 4 ersichtlich:

---

[1]) Roy. Soc. Proc. Bd. 17, 1869, pag. 242.

[2]) Poggend. Annal. Bd. 61, 1844, pag. 249.

[3]) Winkelmann, Wiedemann Annal., Bd. 1, 1877, pag. 436.

[4]) Schumann, Ebenda, Bd. 12, 1881, pag. 63.

[5]) Konowalow, Ebenda, Bd. 14, 1881, pag. 44.

[6]) Ramsay und Young, Deutsch. Chem. Gesellsch. Ber., Bd. 18, 1885, pag. 2855. Bd. 19, 1886, pag. 69 u. 2107. Bd. 20, 1887, pag. 67. Diese sonst zweifellos als wichtigste anzusehenden Arbeiten konnten nicht ernst genommen werden wegen der Eigentümlichkeit der Herren Verfasser, stets gegen Zahlen, die mit den ihren völlig übereinstimmten, anzurennen und dieselben wiederholt „wertlos" zu nennen. Dieses Vorgehen, mit dem sie ihre eignen Zahlen discreditirten, konnte naturgemäss auch ein Vertrauen in ihre sonstigen Behauptungen nicht aufkommen lassen.

[7]) Richardson, On the determination of vapour pressures of organic alcohols and acids. Inaugural. Dissertation. Bristol, 1886.

Tabelle 4.[1])

Druck in mm.	Propionsäure. Dynamische Methode. Kahlbaum. Temp. °C.	Propionsäure. Dynamische Methode. Ramsay. Temp. °C.	Isobuttersäure. Dynamische Methode. Kahlbaum. Temp. °C.	Isobuttersäure. Dynamische Methode. Ramsay. Temp. °C.	Normal-buttersäure. Dynamische Methode. Kahlbaum. Temp. °C.	Normal-buttersäure. Dynamische Methode. Ramsay. Temp. °C.	Isovaleriansäure. Dynamische Methode. Kahlbaum. Temp. °C.	Isovaleriansäure. Dynamische Methode. Ramsay. Temp. °C.
5	—	27.8	—	43.7	—	49.5	—	62.5
10	—	40.9	55.8	54.8	63.6	60.2	71.8	72.4
15	—	48.4	60.8	61.5	68.7	69.0	78.5	79.6
20	55.4	53.8	65.4	65.7	73.0	73.9	83.7	85.1
25	59.0	58.1	69.8	70.8	76.9	78.0	88.4	89.5
30	62.8	61.5	73.8	74.3	80.5	81.6	91.6	93.2
35	65.7	64.6	76.9	77.0	83.2	84.8	94.6	96.1
40	68.0	67.4	79.0	80.0	85.9	87.6	97.0	98.6
45	70.0	69.6	81.4	82.3	87.8	90.1	99.8	100.9
50	71.6	71.7	83.0	84.4	90.3	92.3	100.7	103.0

[1]) Die Zahlen für Ameisensäure sind wie in der Veröffentlichung Deutsch. Chem. Gesellsch. Ber., 19, 1886, pag. 2863, auch hier wieder nicht aufgenommen worden, weil die für diese Säure erhaltenen Resultate nicht mit genügender Sicherheit erhalten werden konnten, wie das bereits in der aller ersten Veröffentlichung (dieselben Berichte B. d. 16, 1883, pag. 2583) ausdrücklich hervorgehoben wurde.

Die Zahlen zeigen eine Uebereinstimmung, wie sie gar nicht besser erwartet werden konnte; für die Frage selbst bringen sie jedoch keine Lösung. Sie bestätigen die früher gemachten Beobachtungen und konnten nur in diesem Sinne verwendet werden, ebenso wie ein Vergleich der von Herrn Landolt einerseits und Herren Ramsay und Young andrerseits nach den verschiedenen Methoden gewonnenen Zahlen für Essigsäure, deren Abweichung genau in die Bewegung der früher beobachteten Differenzen hineinpasste, nur in diesem Sinne hätte verwendet werden können, wie die folgenden Zahlen lehren:

Tabelle 5.

Essigsäure.

Druck in mm.	Dynamische Methode. Ramsay. Temp. °C.	Statische Methode. Landolt. Temp. °C.
5	5.0	—
10	17.2	6.0
15	24.8	14.8
20	30.1	21.3
25	34.2	26.5
30	37.4	30.8
35	40.3	34.5
40	43.0	37.7
45	45.5	40.6
50	47.9	43.2

Nachdem die Frage so in Fluss gerathen war, hat sich Herr Schumann[1]) mit derselben noch im besonderem beschäftigt.

[1]) Deutsch. Chem. Gesellsch. Berl., Bd. 18, 1885, pag. 2085.

In einem eigens hiezu konstruirten Apparat ermittelte er sowohl die Tension als auch den Siedepunkt der normalen Buttersäure. Der Apparat bestand im wesentlichen aus einem Barometerrohr, an dem ein Kolben seitlich angeschmolzen war. Nachdem Hr. Schumann das Barometerrohr mit Quecksilber gefüllt, brachte er luftfreie Buttersäure in den Apparat und mass die Erniedrigung, welche das Quecksilber bei der betreffenden Temperatur erfahren hatte. Darauf erhitzte er die Buttersäure in dem Kolben und beobachtete die Siedetemperatur bei dem betreffenden Druck. Als Tension ergab sich bei 15,8° C. ein Druck von 6,5 mm. Herr Landolt hatte bei 15° C. eine Tension von 6,2 mm. gefunden. Der Siedepunkt wurde bei 36 mm. Druck mit 84° C. beobachtet, während unsere frühern dynamischen Bestimmungen für den gleichen Druck, den Kochpunkt zu 83,7° C. ergeben hatten. Auch diese Zahlen zeigen also eine Uebereinstimmung wie sie besser nicht hätte erwartet werden können; desshalb schliesst denn Hr. Schumann: dass in der That zum Sieden eine höhere Temperatur erforderlich ist, als diejenige sein würde, welche dem Drucke des auf der Flüssigkeit ruhenden, gesättigten Dampfes entspricht. Der Dampf tritt desshalb überhitzt aus der Flüssigkeit aus, kann sich dann nicht so schnell verdichten, als dem herrschenden Druck entspricht und bleibt desshalb eine Zeit lang überhitzt, bis er allmälich mit der Entfernung vom Siedegefäss durch Wärmeverlust in den gewöhnlichen Zustand übergeht. Es muss mithin die Temperatur des Dampfes mit der Entfernung vom Siedegefäss abnehmen, trotzdem sein Druck keine Aenderung erleidet[1]).

So war die Sachlage als zur Inangriffnahme der nun vollendet vorliegenden Arbeit geschritten wurde.

---

[1]) Schumann, a. a. O. pag. 2087.

Als Ergebniss sowohl der historischen Studien, als auch der experimentellen Neuprüfung durch eigene Untersuchungen, wie durch solche anderer Forscher, ist demnach Folgendes festzuhalten:

Es erscheint nicht unwahrscheinlich und ist theoretisch unschwer zu begründen, dass die Resultate der Dampfspannkraftsmessung auf dynamischem und auf statischem Wege übereinstimmende Resultate **nicht** ergeben.

Dies und nichts anderes konnte das Resultat sein,[1]) und auch nur diese Anschauung konnte bei der An-die-Handnahme der Arbeit massgebend sein.

Wie aber konnte die Frage entgültig gelöst werden? Das konnte nur auf folgendem Wege geschehen:

Erstens mussten für solche Stoffe, deren Spannkräfte mit genügender Genauigkeit statisch bestimmt waren, die Kochpunkte bei niederen Drucken festgelegt werden.

Zweitens mussten die gleichen Stoffe, die Herr Landolt statisch untersucht hatte, die gesättigten fetten Säuren C_1 bis C_5, in ganz der gleichen Weise ebenfalls statisch auf ihre Spannkraft hin noch einmal geprüft werden.

Damit war der Plan der Arbeit fest vorgezeichnet.

Zeigte es sich, dass beide Methoden übereinstimmende Resultate nicht gaben, so war die Grösse der

---

[1]) Wenn es also in einem jüngst erschienenen Lehrbuch (vgl. Kraft, Anorganische Chemie, Leipzig und Wien. Deuticke, 1891, pag. 28) heisst: „Die Bestimmung des Siedepunktes einer Flüssigkeit unter einem gegebenem Druck oder die Messung der Spannkraft ihrer Dämpfe für eine gegebene Temperatur führen, wie man seit geraumer Zeit weiss, zu vollkommen übereinstimmenden Resultaten,“ so ist das nur ein Zeichen mangelnder historischer Kenntnisse, für die sich allerdings, da Herr H. Kopp diese Frage nicht behandelt, (vgl. Kraft a. a. O., pag. 3) der gelehrte Herr Verfasser vorher Indulgenz ausbedungen hat.

Differenz und ihre Beziehungen zu Druck, Temperatur und chemischer Zusammensetzung festzustellen, und der Möglichkeit in ihr ein Mass für die Grösse der Cohäsion zu finden, nachzugehen.

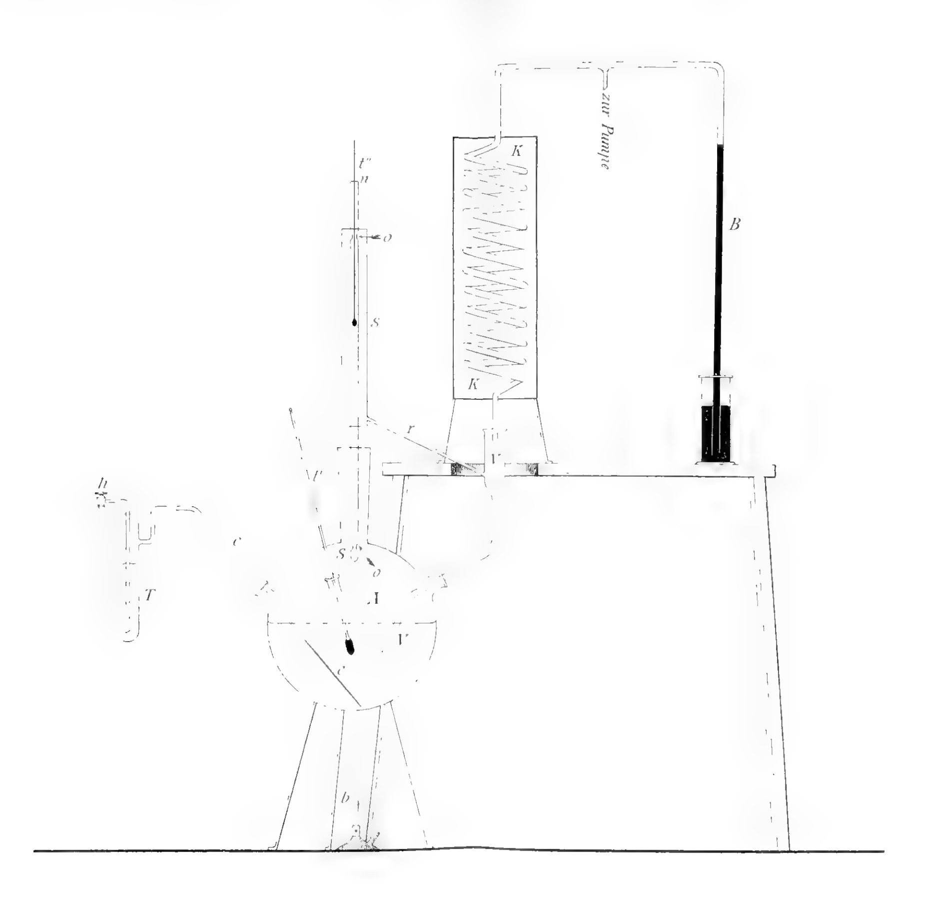
Bestätigte sich dagegen die vorausgesetzte Divergenz der Resultate beider Methoden nicht, so musste der Grund, das Warum der konstatirten Differenz bei den fetten Säuren und die Erklärung für den eigentümlichen in zwiefacher Beziehung regelmässigen Gang derselben, was bisher im Ernste noch von keiner Seite versucht war, gegeben werden.

Da für homogene Flüssigkeiten in diesem Falle die einfache dynamische Methode die ausserordentlich umständliche und schwierige statische zu ersetzen im Stande wäre, müsste dann weiter versucht werden, letztere Methode in der Weise auszuarbeiten, dass sie auch für die Bestimmung der Kochpunkte von Lösungen und Gemengen sich eignete und würde als letztes Ziel zu erstreben sein, die Anwendung der dynamischen Methode noch über die mit Hülfe der Wasserluftpumpen zu erreichende Druckgrenze auszudehnen.

Nachdem die Entscheidung in dieser oder jener Weise gefallen, wird dann in eine Prüfung der Resultate auf ihre theoretische Bedeutung hin in besonderer Berücksichtigung der Siedegesetze einzutreten sein.

Aus diesem Standpunkte heraus ist die vorliegende Arbeit erwachsen, ob, wie weit und in welcher Richtung das ausgesteckte Ziel erreicht worden ist, mögen die folgenden Blätter lehren.

Kahlbaum.


zur Pumpe
K
K
B
t''
n
o
s
r
V
V'
h
T
c
S
o
A
V
c
b

Von all den früher vorgenommenen Bestimmungen konnten nur die für zwei Stoffe erhaltenen Resultate als durchaus einwandsfrei angesehen werden, weil einmal die Messungen von einer Reihe von Forschern mit grosser Sorgfalt ausgeführt sind, und übereinstimmende Resultate ergeben haben, und weil weiter beide Stoffe sich leicht und in grosser Menge chemisch rein beschaffen lassen. Diese beiden Körper sind **Wasser** und **Quecksilber.**

So mussten denn auch Wasser und Quecksilber diejenigen Stoffe sein, an denen zunächst das Verhalten beider Methoden geprüft werden konnte.

Wir beginnen zunächst mit dem

Wasser.

Um die Spannkräfte des Wassers nach der dynamischen Methode zu ermitteln, diente der in Tafel 6 gegebene Apparat. Das Princip, nach dem derselbe aufgebaut ist und functionirt ist so einfach, dass es nicht nötig erscheint darauf noch besonders einzutreten.

In den Hals des mit drei Tubuli versehenen, circa 5 Liter fassenden grossen Glaskolbens *A*, der durch den Brenner *b* erhitzt werden konnte, war das nach dem Prinzip des doppelten Dampfmantels konstruirte Siederohr *S S* gutschliessend eingepasst. Vom Siederohr führte das seitlich angeblasene engere Rohr *r* in den dem Schlangenkühler *KK* vorgelegten Vorstoss *V*. Dieser Vorstoss, der durch den einen Tubulus von *A* geleitet war, tauchte in seiner Verlängerung unter die Oberfläche des siedenden Wassers. Das die Dampftemperatur angebende Thermometer *t*'' befand sich in dem inneren Siederohr,

dem durch zwei Oeffnungen bei *o* der Dampf zu und bei *o'* wieder abgeführt wurde. Durch den zweiten Tubulus tauchte das Thermometer *t'* bis in das Wasser, um die Temperatur desselben anzugeben. Das heftige Stossen zu vermeiden, das beim Kochen luftfreier Flüssigkeiten stets stattfindet, wurde durch eine Capillare *cc*, die fast bis auf den Boden von *A* reichte, eine geringe Menge Luft in die Flüssigkeit eingeleitet. Um die Luftzufuhr genau regeln zu können, war der Capillare eine mit dem Hahn *h* versehene Regulirflasche *T* vorgelegt. Vom Schlangenkühler *K* führte ein doppelt gebogenes Rohr einmal zu einem System von Sprengel'schen Wasserluftpumpen, während ein weiteres Rohr zu dem Barometer *B*, das den Druck im Apparat angab, führte. Dasselbe auf Glas in mm. getheilt, war frei aufgehängt und tauchte in einen grösseren Cylinder mit Quecksilber. Zur Messung des Atmosphärendrucks diente ein Wild-Fuess'sches Stationsbarometer.

Ausgesaugt wurde der Apparat durch ein System von drei Wasserstrahlpumpen, die so angeordnet waren, dass alle drei Sauger an derselben Stelle mündeten, weil nur in diesem Falle der höchste Effekt erzielt werden kann. Da die Pumpen stets das Bestreben haben, bis zum Maximum ihrer Leistungsfähigkeit die Luft abzusaugen, so war, um den Druck verändern zu können, zwischen Pumpen und Apparat eine in der Tafel nicht angegebene zweite Regulirflasche eingeschaltet. Dieser Regulator bestand aus einer halb mit Wasser gefüllten, mit doppelt durchbohrtem Kork verschlossenen Flasche. Durch die eine Bohrung reichte ein spitz ausgezogenes Glasrohr in das Wasser, während durch die andere ein mit einem Hahn versehenes Rohr zu dem Apparat führte. War es nötig nur eine geringe Luftverdünnung zu erzeugen, so wurde durch den Regulator

Luft zu den Pumpen geleitet, deren Menge durch die Zahl der das Wasser durchstreichenden Luftblasen deutlich gemacht, mittelst des Hahnes leicht verändert werden konnte.[1])

Das zur Ablesung der Dampftemperatur dienende Thermometer *t''* war von Geissler in Bonn bezogen, von 5°—50° C. reichend, auf Milchglas in 0,2° C. geteilt, so dass die Temperatur bis auf 0,1° C. genau geschätzt werden konnte. Die Temperatur des Wassers wurde an einem einfachen in $\frac{1}{1}$ ° C. geteilten Thermometer abgelesen.

Sollte ein Versuch angestellt werden, so wurden die Pumpen in Gang gesetzt, während gleichzeitig durch die Capillare *cc* eine geringe Menge Luft durchgeleitet wurde. Da die Pumpen eine recht beträchtliche Masse davon abzusaugen vermögen, so ist es für den im Inneren herrschenden Druck von geringer Bedeutung, ob mehr oder weniger Luft durch den Apparat streicht. Anders ist es mit den Temperaturangaben, diese werden, wenn viel Luft hindurchtritt und die kältere Luft die Thermometerkugel beständig umspült, nicht unwesentlich beeinflusst, so dass Schwankungen deutlich beobachtet werden können. Um diese Schwankungen nach Möglichkeit einzuschränken, wurde durch Regulirung des Hahnes *h* an der Trockenflasche *T* nur grad so viel Luft durch den Apparat geleitet, dass ein Stossen der Flüssigkeit nicht stattfand.[2])

---

[1]) Vergl. hierzu Kahlbaum, Siedetemperatur und Druck, pag. 57.

[2]) Ueber den Einfluss der Luft oder anderer durchgeleiteter Gase auf die Siedetemperatur vergl. Kahlbaum, Siedetemperatur und Druck, pag. 56, und diese Verhandlungen, Bd. 8, pag. 404.

Hatte sich das Barometer eingestellt, so wurde die Flamme des Brenners *b* entzündet und die Temperatur, sobald sie konstant war, an den Thermometern *t'* und *t''* abgelesen.

Die Genauigkeit der Ablesungen am Barometer *B* war für die beiden Quecksilberkuppen nicht die gleiche, an der oberen Kuppe konnte ohne Schwierigkeit bis auf 0,1 mm. genau geschätzt werden, während an der unteren, wegen der grösseren Oberfläche, nicht die gleiche Genauigkeit erreicht werden konnte.

Zur Berechnung des Druckes war an den Beobachtungen eine Correctur anzubringen, nämlich die Reduction der Quecksilbersäulen auf 0° C. Ebenso war für die thermometrischen Angaben eine Correctur nötig, die Reduction der abgelesenen Temperaturen des Quecksilberthermometers auf ein Normalthermometer. Zu dem Zweck wurde das die Dampftemperatur angebende Instrument seiner ganzen Länge nach mit einem auf der physikalischen Reichsanstalt in Berlin kontrollirten Normalthermometer verglichen. Die Temperaturangaben beziehen sich also auf das Gasthermometer in Berlin.[1])

Die Genauigkeit und Berechtigung so angestellter Temperaturen und Druckmessungen, wie sie in dem beschriebenen Apparat vorgenommen wurden, ist, wie schon oben bemerkt, von uns[2]) in unserer Arbeit über

[1]) In den „Prüfungs-Bescheinigungen" der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Abtheilung II, heisst es: „die auf das Gasthermometer bezogenen Prüfungsergebnisse" u. s. w., es darf wohl angenommen werden, dass darunter ein Wasserstoffthermometer verstanden ist, gemäss den Beschlüssen des internationalen Komites. (Comité international, Procès-Verbaux 1887, pag. 85.) Vergl. auch Bureau international, Travaux et Mémoires Bd. 7, 1890, pag. 125. Prototypes métriques.

[2]) Kahlbaum, diese Verhandlungen Bd. 8, 1887, pag. 363 u. f. f.

Dampftemperaturen bei vermindertem Druck auf das eingehendste geprüft worden und wird sich des weiteren noch aus dem Vergleich der erhaltenen Zahlen mit den von Regnault bestimmten ergeben.

Die Anwendung der kleinen Wasserluftpumpen gestattet eine Luftdruckverminderung der jeweiligen Tension des Wasserdampfes entsprechend, d. h. bis auf etwa 10 mm. In freundlicher Zuvorkommenheit gestattete Herr Prof. Hagenbach noch die Benutzung der vorzüglichen mechanischen Luftpumpeneinrichtungen der physikalischen Anstalt im Bernoullianum. Leider konnten trotzdem die Versuche nicht wesentlich ausgedehnt werden, da einmal die hohe Temperatur der umgebenden Luft nicht gestattete bei tieferen Drucken noch Messungen vorzunehmen, und weiter das, trotz Luftdurchleitens in diesem Apparat nicht mehr zu verhindernde, Stossen der Flüssigkeit ein genaues Ablesen der Siedepunkte hinderte.

In den folgenden Tabellen sollen zunächst die Resultate der directen Messungen mitgetheilt werden.

Tabelle 6.

Beobachtungsreihe a.

Druck i. Apparat.	Bar. Fuess.	Zimmer-temperatur	T. aq.	T. Dampf	T. Barometer.
734,0mm	743,00mm	10,0° C.	12,5° C.	11,0° C.	10,5° C.
734,0	743,00	10,0	13,0	11,2	10,5
733,3	743,00	10,0	14,0	11,9	10,8
732,1	743,00	9,8	14,5	12,9	10,3
731,2	742,75	9,8	15,0	13,7	10,3
731,0	742,75	9,8	15,0	14,0	10,3
730,2	742,50	9,8	15,8	14,8	10,3
729,5	742,50	9,6	16,5	15,5	10,3
729,0	741,60	9,6	16,0	15,1	10,3
726,5	741,60	9,8	19,4	18,2	10,3
715,5	741,55	10,0	30,0	27,2	10,0
722,5	741,10	10,0	24,0	21,8	10,0

Beobachtungsreihe b.

Druck i. Apparat.	Bar. Fuess.	Zimmer-temperatur	T. aq.	T. Dampf	T. Barometer.
730,2mm	741,90mm	7,9° C.	17,0° C.	14,4° C.	8,8° C.
730,2	741,90	7,8	17,0	14,2	8,8
729,2	741,90	7,8	17,5	15,6	8,8
728,8	741,80	7,8	19,0	16,8	8,8
729,2	741,80	7,8	19,5	16,7	8,8
729,2	742,05	7,8	19,5	16,7	8,8
728,4	741,60	7,9	20,0	17,1	9,5
726,2	741,60	8,2	21,0	18,6	9,5
726,5	741,60	8,5	21,5	19,4	9,5
723,6	741,60	8,7	23,0	21,4	9,0
721,1	741,65	8,5	26,5	23,4	9,0
718,6	741,55	8,5	27,0	25,1	9,0
717,2	741,55	8,7	28,0	26,1	9,0
716,0	741,65	8,6	28,5	26,8	9,0
710,3	743,05	9,1	32,0	30,7	10,2
700,5	743,05	9,8	37,5	35,4	10,2
702,5	743,05	9,8	37,0	34,7	11,5
706,8	743,05	9,9	34,0	32,6	11,6
686,0	743,10	10,5	40,6	40,6	11,7

Beobachtungsreihe c.

Druck i. Apparat.	Bar. Fuess.	Zimmer-temperatur	T. aq.	T. Dampf	T. Barometer.
728,0mm	739,20mm	9,0° C.	17,0° C.	14,3° C.	9,5° C.
726,8	739,20	9,0	17,0	14,8	9,5
726,0	739,20	9,0	18,0	15,8	9,5
725,2	739,20	9,0	19,0	17,2	9,5
723,7	739,20	9,0	20,0	17,8	9,5
722,0	739,50	9,0	22,0	21,0	9,5
720,9	739,25	9,0	23,0	22,0	9,5
719,0	739,25	9,5	24,0	22,8	9,5
717,2	739,25	9,5	25,0	24,2	9,5

Druck i. Apparat.	Bar. Fuess.	Zimmer-temperatur	T. aq.	T. Dampf	T. Barometer.
715,7mm	739,30mm	9,5° C.	26,0° C.	25,3° C.	9,5° C.
714,7	740,50	10,0	28,0	26,6	11,0
714,7	739,20	10,0	27,5	26,2	11,0
713,7	739,20	11,0	28,0	26,6	11,0
711,7	739,20	11,0	29,5	28,4	11,1
707,5	739,20	11,0	31,0	30,2	11,3
707,3	739,20	11,0	33,5	30,4	11,5
705,5	739,20	11,0	33,0	31,5	11,8
703,0	739,20	11,0	33,2	32,5	12,0
701,6	739,20	11,0	34,0	33,2	12,5
701,4	739,20	12,0	34,5	33,5	11,5
698,6	739,20	12,8	36,0	34,5	11,5
693,2	739,00	13,0	37,0	36,3	12,0
689,3	739,00	13,3	39,0	37,8	12,0
684,3	739,00	13,5	40,2	39,7	12,0
677,2	739,00	13,5	42,5	42,0	12,0
677,7	739,00	13,5	42,9	41,9	12,0

Nachdem die oben erwähnten Correcturen des Druckes und der Temperaturmessungen auf 0° resp. auf das Berliner Gasnormal angebracht waren, wurden aus den Beobachtungen die folgenden Zahlen abgeleitet.

Tabelle 7.

Beobachtungsreihe a.

T. Dampf	T. aq.	Druck	T. Dampf	T. aq.	Druck
10,7° C.	12,5° C.	8,98mm	14,6° C.	15,8° C.	12,28mm
10,9	13,0	8,98	14,9	16,5	12,58
11,6	14,0	9,68	15,3	16,0	12,98
12,6	14,5	10,88	18,0	19,4	15,08
13,2	15,0	11,23	21,6	24,0	18,58
13,5	15,0	11,53	27,0	30,0	25,95
13,8	15,0	11,73			

Beobachtungsreihe b.

T. Dampf	T. aq.	Druck	T. Dampf	T. aq.	Druck
13,9° C.	17,0° C.	11,68 mm	23,2° C.	26,5° C.	20,50 mm
14,1	17,0	11,68	24,9	27,0	22,91
15,4	17,5	12,68	25,9	28,0	24,31
16,5	19,0	12,58	26,6	28,5	25,60
16,5	19,5	12,82	30,5	32,0	32,64
16,6	19,5	12,98	32,4	34,0	36,20
16,9	20,0	13,17	34,5	37,0	40,49
18,4	21,0	15,37	35,2	37,5	42,39
19,2	21,5	15,07	40,5	40,6	57,00
21,2	23,0	17,97			

Beobachtungsreihe c.

T. Dampf	T. aq.	Druck	T. Dampf	T. aq.	Druck
14,1° C.	17,0° C.	11,18 mm	30,0° C.	31,0° C.	31,64 mm
14,6	17,0	12,38	30,2	31,5	31,84
15,6	18,0	13,18	31,3	33,0	33,64
17,0	19,0	13,98	32,3	33,2	36,12
17,6	20,0	15,48	33,0	34,0	37,54
20,8	22,0	17,48	33,3	34,5	37,72
21,8	23,0	18,33	34,3	36,0	40,52
22,6	24,0	20,21	36,1	37,0	45,72
24,0	25,0	22,01	37,6	39,0	49,62
25,2	26,0	23,56	39,5	40,2	54,60
26,1	27,5	25,45	41,7	42,5	61,17
26,4	28,0	25,45	41,8	42,9	61,63
26,4	28,0	25,45			
28,2	29,5	27,45			

Um über die zu lösende Frage, nach der Uebereinstimmung oder Nichtübereinstimmung der Resultate der statischen oder dynamischen Methode der Spann-

kraftsmessung Aufschluss zu gewinnen, mussten die erhaltenen Zahlen mit den von Regnault aus seinen statischen Beobachtungen abgeleiteten, verglichen werden. Zu dem Ende wurden die gefundenen Werte in ein Coordinatensystem eingetragen, und durch die beobachteten Punkte eine Curve geschlagen, das Resultat dieser graphischen Interpolation zeigt die in der Curventafel beigegebene Siedecurve des Wassers. In dieser Zeichnung entspricht ein cm. einem mm. Druck und einem ^{0} C.

In der Tabelle 8 sind die Drucke von Grad zu Grad C., wie sie aus der Curve abgelesen wurden, mit Regnault's Zahlen verglichen. „T. Dampf" ist wiederum die Temperatur des Dampfes, „Druck" ist der von uns nach der dynamischen Methode beobachtete, „Druck n. Regn." ist der auf statischem Wege von Regnault bestimmte Druck, in der letzten Reihe sind die Differenzen angegeben.

In der Tabelle 9 sind die den Drucken entsprechenden Temperaturen von mm. zu mm. aufgeführt. Die erste Colonne giebt den Druck; „T. Dampf" ist die Temperatur des Dampfes, wie sie mittelst der dynamischen Methode, „T. n. Regn." wie sie nach der statischen Methode von Regnault beobachtet wurde. Die letzte Colonne giebt auch hier wiederum die abgeleiteten Differenzen.

Tabelle 8.

T. Dampf	Druck	Druck n. Regn.	Differenz.
10° C.	9,36^{mm}	9,20^{mm}	0,16^{mm}
11	9,89	9,77	0,12
12	10,46	10,43	0,03
13	11,13	11,14	— 0,01
14	11,89	11,88	0,01
15	12,69	12,67	0,02
16	13,49	13,51	— 0,02

T. Dampf	Druck	Druck n. Regn.	Differenz.
17° C.	14,40mm	14,39mm	0,01mm
18	15,35	15,33	0,02
19	16,31	16,32	— 0,01
20	17,31	17,36	— 0,05
21	18,35	18,47	— 0,12
22	19,42	19,63	— 0,21
23	20,61	20,86	— 0,25
24	21,90	22,15	— 0,25
25	23,23	23,52	— 0,29
26	24,61	24,96	— 0,35
27	26,20	26,47	— 0,27
28	27,80	28,07	— 0,27
29	29,65	29,74	— 0,09
30	31,58	31,51	0,07
31	33,55	33,37	0,18
32	35,64	35,32	0,32
33	37,80	37,37	0,43
34	40,20	39,52	0,68
35	42,36	41,78	0,58
36	44,67	44,15	0,52
37	47,10	46,65	0,55
38	49,65	49,26	0,39
39	52,30	52,60	0,30
40	55,01	54,86	0,15
41	57,75	57,87	— 0,12
42	60,60	61,02	— 0,42

Die vorstehende Tabelle zeigt schon, dass die statische und dynamische Methode der Spannkraftsmessung für Wasserdampf durchaus gut übereinstimmende Resultate ergiebt. Die mittlere Differenz der nach beiden Methoden gemessenen Spannkräfte beträgt 0,3 mm., sie steigt im höchsten Falle auf 0,7 mm. und sinkt mit 0,01 mm. auf ihren geringsten Wert. Zur richtigen Schätzung dieser Grössen mag dienen, dass die mittlere

Differenz zwischen den von Magnus und Regnault für Wasser bestimmten Zahlen 0,04 beträgt.

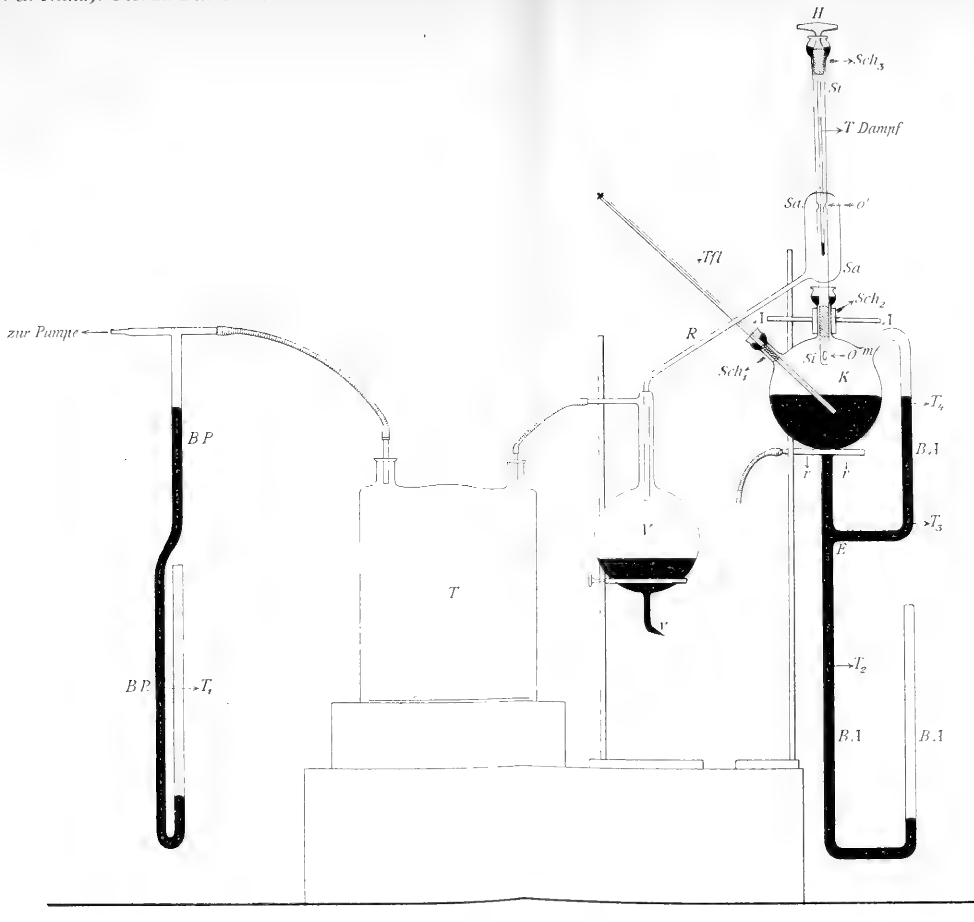
Die Zahlen von Regnault wurden den „Physikalisch-chemischen Tabellen" von Landolt und Börnstein resp. den „Melting and Boiling Point Tables" von Carnelley entnommen, die mm. sind auf Hundertstel abgerundet.

Tabelle 9.

Druck	T. Dampf	T. nach Regn.	Differenz.
10 mm	11,2° C.	11,40° C.	— 0,2° C.
11	12,8	12,86	— 0,06
12	14,15	14,15	0,00
13	15,41	15,41	0,00
14	16,55	16,55	0,00
15	17,71	17,71	0,00
16	18,68	18,68	0,00
17	19,69	19,70	— 0,01
18	20,66	20,60	0,06
19	21,61	21,49	0,12
20	22,49	22,30	0,19
21	23,30	23,10	0,20
22	24,10	23,89	0,21
23	24,85	24,63	0,22
24	25,57	25,36	0,21
25	26,23	26,07	0,16
26	26,87	26,72	0,15
27	27,48	27,35	0,13
28	28,06	27,96	0,10
29	28,62	28,53	0,09
30	29,18	29,10	0,08
31	29,30	29,30	0,00
32	30,23	30,23	0,00
33	30,72	30,72	0,00
34	31,21	31,30	— 0,09
35	31,69	31,81	— 0,12
36	32,27	32,34	— 0,07

Druck	T. Dampf	T. nach Regn.	Differenz.
37 mm	32,63° C.	32,84° C.	— 0,21° C.
38	33,09	33,30	— 0,21
39	33,54	33,70	— 0,16
40	33,98	34,21	— 0,23
41	34,42	34,65	— 0,23
42	34,85	35,10	— 0,25
43	35,30	35,51	— 0,21
44	35,71	35,93	— 0,22
45	36,13	36,34	— 0,21
46	36,55	36,73	— 0,18
47	36,96	37,10	— 0,14
48	37,35	37,50	— 0,15
49	37,75	37,89	— 0,14
50	38,13	38,30	— 0,17
51	38,50	38,69	— 0,19
52	38,89	39,00	— 0,11
53	39,26	39,39	— 0,13
54	39,62	39,72	— 0,10
55	40,00	40,08	— 0,08
56	40,38	40,40	— 0,02
57	40,73	40,73	0,00
58	41,10	41,10	0,00
59	41,43	41,38	0,05
60	41,80	41,67	0,13
61	42,14	41,99	0,15
62	42,50	42,29	0,21
63	42,81	42,58	0,23

Die gegebenen Zahlen zeigen also, wie das auch aus der Curventafel ersichtlich, eine recht gute Uebereinstimmung mit Regnault's Beobachtungen. Für die Frage, ob die statische Methode in **allen** Fällen übereinstimmende Resultate mit der dynamischen giebt, sind sie jedoch insofern noch nicht absolut beweisend, da, wie wir das aus den Zahlen von Landolt glaubten ableiten zu können, bei Stoffen mit niederem Siedepunkt die


H
Sch_3
St
T Dampf
Sa
o'
Tfl
Sa
Sch_2
A
A
zur Pumpe
R
Sch_1
Si
o
m
K
T_4
B P
B A
r
r
T_3
V
E
T
V
T_2
B P
T_1
B A
B A

Differenzen so wie so nur geringe seien; zeigt doch z. B. ein Vergleich der Ameisensäure mit dem Siedepunkt von ebenfalls 100° C., dass die Differenz der nach beiden Methoden bestimmten Zahlen im höchsten Falle 8° C. beträgt, während für Isovaleriansäure bei demselben Drucke die Differenz bis auf ± 70° wächst. Viel besser müsste also die Antwort auf die Frage zum Ausdruck gelangen bei einem Vergleich der nach den verschiedenen Methoden für das Quecksilber zu erhaltenden Zahlen.

Kahlbaum und **Schmidt.**

Quecksilber.

a. Der Apparat.

Es ist einleitend bemerkt worden, dass die Aufgabe vorlag, die Temperatur des unter einem bestimmten Drucke kochenden Quecksilbers zu messen. Hiervon ausgehend musste die Frage gestellt werden, wie ist es am sichersten zu erreichen, dass der Druck, unter dem das Quecksilber tatsächlich kocht, nun auch wirklich gemessen wird. Nach Massgabe früher von uns angestellter Versuche war auch die Antwort gegeben;[1]) wenn es gelingen konnte, das Quecksilber in der Vacuumkammer eines Barometers zum Kochen zu bringen, und dort auch die Temperatur der Dämpfe zu messen, so musste offenbar dieses Barometer selbst einwandlos den Druck,

---

[1]) Vergl. Kahlbaum, Deutsche chem. Gesellsch. Ber. Bd. 19, 1886, pag. 944, und diese Verhandlungen, Bd. 8, 1887. pag. 390.

unter dem das Quecksilber tatsächlich kochte, angeben. Sollte eine grössere Menge Quecksilber in der Vacuumkammer des Barometers gekocht werden, so musste das Barometer an seinem oberen Teil erweitert sein, was wiederum ein genaues Ablesen der Höhe erschweren musste. Diese einfache Ueberlegung führte dahin, dass die Vacuumkammer zu erweitern und an ihr ein seitliches Rohr abzubiegen war, welches, mit dem Barometer kommunicirend, in den gleichen Weitenverhältnissen wie dieses gehalten, eine genaue Ablesung mittelst des Kathetometers gestattete. Diese grundlegenden Gedanken führten zur Ausführung des unten im einzelnen beschriebenen Apparates.

Die Frage zu lösen, bei welcher Temperatur das Quecksilber unter vermindertem Drucke koche, also eine dynamische Methode zur Messung anzuwenden, ist seit Regnault, dessen Beobachtungen genaue Resultate nicht ergaben, nie mehr versucht worden. Bevor also definitive Messungen gemacht werden konnten, mussten die ungefähren Bedingungen, unter welchen der Versuch verlief, festgestellt werden. Es ist darüber in der Dissertation des Herrn Schmidt eingehend berichtet worden,[1]) wir können demnach hier davon absehen und wenden uns sogleich der Beschreibung des endgültig angenommenen Apparates zu. Das Princip, nach dem wir den Apparat haben herstellen lassen, ist in den oben angegebenen Grundgedanken zur Genüge gekennzeichnet. Im Einzelnen war dem auf Tafel 7 abgebildeten Apparat die folgende Anordnung gegeben.

In den Hals des circa 1 Liter fassenden Glaskolbens

---

[1]) Ueber die statische und dynamische Methode der Spannkraftmessung organischer und anorganischer Stoffe. Inaugural-Dissertation von G. C. Schmidt. Basel 1892. pag. 27 bis 32.

K, der dem U-förmig gebogenen Manometerrohr *BA* aufgeblasen war, war das nach dem Prinzip des doppelten Dampfmantels konstruirte Siederohr *Sa*-*Si* mittelst Glasschliffes Sch_2 eingepasst. Da es eine der zu lösenden Aufgaben war, das Quecksilber in möglichst weit getriebenem Vacuum zum Kochen zu bringen, so lag es nahe den Versuch zu machen, den ganzen Apparat zu einem Stück Glas zusammen zu blasen. Dieser Aufgabe stellten sich jedoch Grösse und Complicirtheit des Apparats entgegen. Es konnte desshalb nicht in allen Fällen, wie das schon aus dem Gesagten ersichtlich, Umgang von Schliffstellen genommen werden. Solche finden sich drei, einmal für die beiden Thermometer *T fl.* und *T* Dampf die Schliffstellen Sch_1 und Sch_3, und dann für das eben erwähnte Siederohr *Sa*-*Si* die Schliffstelle Sch_2. Alle diese Schliffe waren durch Herrn K. Kramer in Freiburg i/B. ausserordentlich sorgfältig ausgeführt. Zudem waren dieselben so konstruirt, dass in bekannter Weise Quecksilber als Sperrflüssigkeit an den Einsatzstellen verwandt werden konnte. Es gelang denn auch auf diese Weise, ohne Anwendung von Fett vollkommene Dichtungen herzustellen.

Das Rohr, an dem die Druckmessungen vorgenommen wurden, zweigte sich bei *E* vom Barometer ab um bei *m* wieder in den Kolben *K* zu münden. Vom Siederohr führte das seitlich angeblasene Rohr *R* in die Vorlage *V*, in die das überdestillirte Quecksilber floss. Das die Dampftemperatur anzeigende Thermometer *T* Dampf war an dem mit einem Haken versehenen Glasstöpsel *H*, der auch wie schon bemerkt mittelst Quecksilberverschluss gedichtet war, so aufgehängt, dass die Thermometerkugel möglichst in der Mitte des doppelten Dampfmantels sich befand, während die Skala durch die einfache Wandung des Siederohrs abgelesen werden konnte. Dem

inneren Siederohr *Si* wurde durch zwei Oeffnungen bei *o* der Dampf zu und bei *o'* wieder abgeführt. Durch den Glasschliff Sch_1 tauchte das Thermometer *T fl* bis in das kochende Quecksilber, die Temperatur desselben anzugeben. Um etwaigen kleinen Druckschwankungen vorzubeugen war zwischen Vorlage und Barometer *B P* eine grosse Woulff'sche Flasche *T* als Regulator eingeschaltet.

Bei den Vorversuchen hatte es sich herausgestellt, dass die Messungen der Höhe des Quecksilbers in den Barometern nicht mit dem gewünschten Grad von Genauigkeit ausgeführt werden konnten, weil die Barometer nicht genau senkrecht standen. Diese Schwierigkeit wurde beiseitigt, und zwar durchaus, dadurch, dass sowohl das Barometer *B P* oben an seinen horizontalen Armen, als auch der ganze Apparat *B A K* an einer mittelst einer Metallschelle um Sch_2 gelegten Achse *A A* freischwebend aufgehängt war. Um nicht genötigt zu sein, sobald viel Quecksilber übergegangen war, den Apparat ganz auseinander zu nehmen, trug die Vorlage *V* unten den spitz ausgezogenen Fortsatz *v*, durch den das überdestillirte Quecksilber leicht abgelassen werden konnte; nachgefüllt wurde Quecksilber durch den kürzeren offenen Schenkel von *B A*. Im Ganzen wurden 180—190 Kilogramm Quecksilber überdestillirt.

Um das Quecksilber in der Kugel *K* zu erhitzen, wurde ein ringförmiger Brenner *r r* bis dicht unter *K* geschoben. Vor Abkühlung wurde sowohl *K*, als auch der untere Teil des Siederohrs *Sa* durch Umwickeln mit Asbest, der bei *E* abzweigende Teil von *B A* dagegen vor der Einwirkung strahlender Wärme vom Brenner sowohl, als von der heissen Kugel *K* durch mehrere Asbestschirme geschützt. Um die Temperatur des Quecksilbers in den verschiedenen Höhen von *B A*

und die des Barometers *B P* zu messen, waren eine Reihe Thermometer T_1, T_2, T_3, T_4 angebracht, deren Lage die Zeichnung angibt. Die Thermometer waren durch Schnurspulen fest mit dem Glase verbunden, so dass die so eingehüllten Thermometer die Temperatur des Quecksilbers in den Barometern angaben. Wie weit das tatsächlich der Fall, darauf wird noch später zurückgekommen werden.

Zur Messung der Dampftemperaturen wurden teils Thermometer von K. Kramer in Freiburg, teils sogenannte Thermometer nach Anschütz, auf Milchglasskala in 0,2° C. geteilt, benutzt, dieselben wurden auf der physikalischen Reichsanstalt in Berlin verglichen, so dass die Temperaturangaben sich auf das Berliner Gasthermometer beziehen.[1])

Das die Temperatur der kochenden Flüssigkeit anzeigende, auf Milchglasskala in 0,5° C. geteilte Thermometer war ebenfalls von K. Kramer in Freiburg i/B. hergestellt. Der Atmosphärendruck wurde wiederum mit dem Wild-Fuess'schen Stationsbarometer gemessen.[2]) Zum Ablesen der Barometerstände wurde ein vortrefflich gearbeitetes Kathetometer aus der Werkstatt der „Société

---

[1]) Ob das Bestreben absolut genaue Temperaturangaben zu erzielen, auch dann, wenn die Messungen mit den von der Abteilung II der physikalisch-technischen Reichsanstalt kontrollirten Thermometern selbst vorgenommen wurden, wirklich erreicht worden ist, muss leider zweifelhaft bleiben. Wir bedauern es ausserordentlich lebhaft, können aber nicht umhin bemerken zu müssen, dass die Abteilung II des genannten Institutes bei der Prüfung von Thermometern nicht immer mit der für solche Arbeiten durchaus und unbedingt nötigen Sorgfalt zu Werke geht. **Kahlbaum.**

[2]) Angaben wie Skala des Wild-Fuess'schen Barometers wurden zu wiederholten Malen mit anderen Instrumenten verglichen und stets ausreichend richtig befunden.

genevoise pour la construction d'instruments de physique" in Genf benutzt, das eine Genauigkeit der Messung von 0,02 mm. zuliess. Um jegliche, durch Bewegung des Beobachters hervorgerufene Schwankung zu vermeiden, war dasselbe mittelst Eisenkonstruction an der Decke des Zimmers frei aufgehängt, so dass dasselbe vom Fussboden vollständig isolirt war.

Kahlbaum.

b. **Die Beobachtungen.**

Nachdem *B P* und *B A* mit Quecksilber gefüllt und der Apparat möglichst luftleer gepumpt war, wurde mittelst des Rundbrenners *r r* das Quecksilber in der Kugel erhitzt. Das Quecksilber destillirte teils in das Manometerrohr *B A* zurück durch das seitliche Rohr *A E*, teils in die Vorlage *V* über. Bei der sehr grossen Volumänderung, die beim Uebergang des flüssigen Quecksilbers in dampfförmiges stattfindet, war zu erwarten, dass bei starker Destillation Reibungen und Stauungen des Dampfes an einzelnen Stellen des Apparats, besonders sowohl bei den Oeffnungen *o* des Siederohrs, als auch am Verbindungsrohr *R*, eintreten würden, die den auf dem Barometer *B A* lastenden Druck beeinflussen mussten. Da aber stets an dem Barometer *B A* genau der Druck gemessen wurde, unter dem das Quecksilber tatsächlich kochte, so war es, so lange Temperatur und Druck konstant blieb, für die zu erhaltenden Resultate gleichgiltig, ob der Druck durch Stauungen und Reibungen vergrössert wurde, oder ob allein Luft und Dampf denselben verursachten.

Die durch Reibung und Stauung verursachte Erhöhung des Druckes musste sich je heftiger das Quecksilber kochte, desto deutlicher geltend machen, konnte

jedoch auf den Stand von $B\,P$ Einfluss nicht haben. Es war damit ein Regulativ für die Stärke der Erhitzung gegeben und wurde danach gestrebt die Differenz zwischen den Angaben beider Barometer stets möglichst gering zu gestalten.

Die Beobachtungen wurden in der Weise vorgenommen, dass, sobald die Temperatur des Quecksilberdampfes sich konstant zeigte, mindestens 3 Ablesungen der Höhe der Quecksilbersäule in $B\,A$ vorgenommen wurden. Während dieser Zeit destillirte so wenig über, dass ein Fehler bei der Kathetometerablesung hierdurch nicht entstehen konnte. Nachdem der atmosphärische Druck durch drei Ablesungen bestimmt war, wurde die Höhe der Quecksilbersäule in $B\,P$ gemessen und darauf wieder der atmosphärische Druck abgelesen, hatte derselbe sich geändert, so wurde das arithmetische Mittel aus den Beobachtungen der Berechnung des Druckes im Apparat zu Grunde gelegt. Nachdem darauf noch T_1, T_2, T_3, T_4 und die Temperatur des Quecksilbers des Stationsbarometers bestimmt worden war, wurde nochmals die Temperatur des kochenden Quecksilbers und die des Dampfes abgelesen. Trotzdem diese ganze Reihe von Ablesungen mindestens 45—50 Minuten in Anspruch nahm, blieb die Temperatur des Quecksilberdampfes doch in fast allen Fällen ganz konstant. Stieg oder fiel sie während dieser Zeit, so betrug die Differenz zwischen der ersten und letzten Ablesung selten mehr als 0,2° C. Als Siedepunkt wurde in diesen Ausnahmsfällen das arithmetische Mittel aus allen Beobachtungen genommen.

Die folgende Tabelle giebt die direct beobachteten Zahlen wieder.

T_1, T_2, T_3, T_4 sind die Temperaturen der Thermometer T_1, T_2, T_3, T_4. „T Fuess“ ist die Temperatur des Quecksilbers im Wild-Fuess'schen Stationsbarometer;

„Barometer Fuess“ giebt den an demselben abgelesenen Luftdruck an. Unter BP und BA stehen die kathetometrischen Messungen, wie sie an den oberen und unteren Quecksilberkuppen direct gemacht wurden. „T Dampf“ giebt die im Quecksilberdampf, „T Flüssigk.“ die im Quecksilber selbst gemessenen Temperaturen an.

Es mögen nun in Tabelle 10 die Beobachtungen selbst folgen.

Tabelle 10.

T_1	T_2	T_3	T_4	T Fuess	Barometer Fuess	B P oben	B P unten	B A oben	B A unten	T Dampf	T Flüssigk.
19°C.	20°C.	26°C.	34°C.	20°C.	739,90mm	896,36mm	157,68mm	908,72mm	169,38mm	117,4°C.	141,5°C.
19	20	26	34	20	729,85	924,84	195,58	920,62	191,84	122,6	146,0
						924,82	195,56	920,64	191,84	122,7	
						924,85	195,60	920,74	191,88	122,6	
18	17	23	30	19	735,15	807,00	72,10	759,36	25,52	123,6	146,5
								759,00	25,42	124,2	
								758,98	24,68	124,1	
								758,60	24,60	123,8	
								758,64	24,66		
								758,64	24,60		
								758,60	24,57		
19	18	24	30	20	729,75	793,62	64,72	767,82	40,08	128,4	150,0
						793,64	64,66	767,84	40,10	128,8	
						793,66	64,66	767,86	40,10	128,4	
19	18	25	33	20	731,00	794,50	65,08	771,42	41,92	132,0	151,5
						794,60	65,04	771,42	41,98	132,1	
						794,52	65,00	771,42	41,86	132,0	
19	21	26	35	22	729,50	924,04	196,08	918,70	190,86	133,0	148,0
						924,00	196,10	918,70	190,88		
						924,00	196,08	918,80	190,86		
19	19	25	43	20	733,00	795,94	63,82	762,50	31,38	136,6	152,0
						795,94	64,42	762,34	31,50		
						795,58	64,30	762,40	31,30		
						795,60	64,50	762,40	31,16		

Tabelle 10 (Fortsetzung).

T_1	T_2	T_3	T_4	T Fuess	Barometer Fuess	B P oben	B P unten	B A oben	B A unten	T Dampf	T Flüssigk.
19°C.	18°C.	24°C.	35°C.	20°C.	726,15 mm	925,38 mm	200,18 mm	914,20 mm	190,56 mm	138,2°C.	152,5°C.
						925,44	200,26	914,22	190,52	138,1	
						925,40	200,20	914,18	190,62		
21	21	27	35	22	730,10	922,06	194,12	917,52	189,50	139,6	151,5
						922,10	194,14	917,48	189,50	139,8	
						922,12	194,10	917,48	189,49		
21	21	26	35	21	730.00	922,86	195,04	918,14	189,82	144,2	152,5
						922,88	195,08	918,10	189,80	144,4	
						922,88	195,10	918,10	189,80		
19	17	26	34	20	726,75	924,64	200,26	911,36	187,38	142,9	155,0
						924,70	200,26	911,38	187,30	143,0	
						924,72	200,32	911,34	187,30	143,0	
19	18	24	35	20	726,00	924,58	200,54	916,22	192,80	145,0	160
						924,60	200,46	916,16	192,86	145,2	
						924,68	200,50	916,20	192,84		
19	17	26	35	20	727,15	924,54	200,30	909,84	185,54	146,6	156,5
						924 52	200,36	909,84	185,56	146,1	
						924,52	200.36	909,84	185,50	146,1	
18	18	24	30	17,5	735,05	891,54	159,60	918,04	186,70	147,0	153,5
						891,68	159,64	918,00	186,82		
						891,60	159,64	918,00	186,84		
19	21	27	36	20	727,50	924,38	200,18	908,74	184,00	150,1	158,5
						924,44	200,26	908,64	184,00		
						924,40	200,20	908,70	184,00		

19	18,5	25	30	17,5	735,40	891,50	159,48	918,46	186,00	152,2	157,5
						891,54	159,48	918,34	186,08		
						891,46	159,42	918,30	185,92		
18	18	25	32	18	743,55	894,92	155,64	918,06	178,40	159,2	165,0
					743,50	894,98	155,66	918,10	178,46		
						894,96	155,64	918,10	178,50		
18	19	25	31	19	743,50	894,72	155,80	916,84	177,42	161,5	167,0
						894,68	155,92	916,74	177,36		
						894,72	155,86	916,84	177,36		
19	19	25	31	19	743,50	894,70	155,92	917,24	178,08	163,0	168,5
						894,70	155,98	917,22	178,00		
						894,60	156,06	917,20	177,94		
19	19	26	42	19	743,50	894,38	156,28	915,94	177,12	165,3	168,5
					743,55	894,32	156,26	915,90	177,08		
						894,32	156,24	915,92	176,98		
19	19	26	35	19	743,90	894,04	156,22	915,00	176,68	169,0	174,0
						893,94	156,26	914,98	176,68		
						893,96	156,28	914,90	176,78		
19	19	26	35	19	743,65	894,70	157,10	912,60	176,08	173,3	179,0
						894,68	156,92	912,58	176,28		
						894,66	157,10	912,58	176,10		
19	18	25	37	20	744,65	893,54	156,70	909,74	172,76	175,4	180,0
						893,48	156,78	909,72	172,74		
						893,54	156,76	909,62	172,66		
19	19	27	39	20	743,95	893,00	157,20	897,78	161,26	176,4	178,5
						893,08	157,24	897,74	161,36		
						893,08	157,24	897,70	161,40		

Tabelle 10 (Fortsetzung).

T_1	T_2	T_3	T_4	T Fuess	Barometer Fuess	B P oben	B P unten	B A oben	B A unten	T Dampf	T Flüssigk.
18°C.	19°C.	27°C.	39°C.	20C.°	745,50 mm	893 42 mm	156,42 mm	908,48 mm	170.88 mm	177,0°C.	181,0°C.
						893,38	156,40	908,44	170,80		
						893,36	156,36	908.36	170,80		
19	20	29	40	20	743,55	892,42	157,26	896,82	160,64	177,0	179,0
						892,48	157,20	896,78	160,74	177,1	
						892,46	157,18	896,88	160.66		
19	20	28	36	20	744,55	893,52	156,68	905,62	169,48	180,0	186,0
						893.44	156,74	905,64	169,52	179,6	
						893,48	156,68	905,54	169,48	179,6	
20	20	30	41	20	742,75	891,90	158,54	896,18	162,42	181,0	183,0
						891,88	158,58	896,20	162,34		
						891,80	158,58	896,20	162 40		
20	20	32	46,1	20	742,75	891,70	158,64	896,40	162.42	181,8	184,0
						891,74	158,66	896,42	162,40		
						891,70	158,60	896,32	162,36		
20	20	27	39	18,5	742,65	894,38	162,12	891,78	159,20	183,0	185,0
						894,30	162,00	891,82	159,14		
						894,32	162,00	891,80	159,10		
19	20	27	39	19,5	742,40	892,94	162,12	891,44	160,02	186,0	188,5
						892,96	162,20	891,44	160,12		
						892,96	162,24	891,44	160,00		
18	20	30	39	19,5	742,30	890,60	160,66			188,0	190,0
						890,60	160,70				
						890,60	160,70				

19	20	28	36	20	741,50	889,82	161,80	883,66	155,28	191,2	193,0
						889,80	161,70	883,72	155,26		
						889,82	161,70	883,66	155,20		
19	20	30	39	20	741,20	888,44	161,88	883,86	156,20	193,2	196,0
						888,50	161,90	883,90	156,12		
						888,56	161,82	883,80	156,10		
18	17	27	34	18,5	741,50	887,96	161,80			194,8	198,5
						887,96	161,88				
						888,02	161,74				
18	18	28	38	19	741,65	888,10	163,02	889,20	163,80	196,8	199,5
						888,04	162,98	889,30	163,72		
						888,04	162,98	889,22	163,82		
18	18,5	29	39	19,5	741,65	887,54	163,54	886,16	161,48	199,3	202,0
						887,60	163,44	886,06	161,48		
						887,54	163,50	886,00	161,50		
18	19,5	29	39	19,5	742,00	886,80	164,28	880,00	156,66	201,8	204,0
						886,86	164,40	880,00	156,60		
						886,72	164,36	880,06	156,74		
18	19	28	37	19,5	743,60	885,50	162,88	887,36	164,34	204,8	207,0
						885,32	163,00	887,36	164,42		
						885,30	162,88	887,28	164,36		
19	20	30	40	21	742,75	884,42	163,86	923,12	201,48	206,0	209,0
						884,40	163,84	923,12	201,50		
						884,50	163,82	923,20	201,46		
20	21	30	41	21	744,10	884,44	164,50	921,44	200,20	209,0	211,5
						884,50	164,56	921,48	200,18		
						884,50	164,56	921,54	200,08		

Tabelle 10 (Fortsetzung).

T^1	T^2	T^3	T^4	T Fuess	Barometer Fuess	B P oben	B P unten	B A oben	B A unten	T Dampf	T Flüssigk.
20°C.	22°C.	32°C.	46,1°C.	21°C.	744,00 mm	884,46 mm	166,10 mm	924,42 mm	205,00 mm	210,7°C.	211,5°C.
						884,20	166,10	924,42	204,90		
						884,20	166,14	924,38	204,90		
21	22	32	44	22	744,75	882,52	166,86	924,38	207,88	214,4	216,0
						882,42	166,96	924,32	207,90		
						882,44	167,00	924,40	207,80		
22	23	33	45	24	743,00	880,80	169,22	922,46	209,96	217,0	219,5
						880,72	169,22	922,56	209,84		
						880,80	169,32	922,48	209,78		
22	23	33	45	24	742,65	879,32	171,54	924,28	215,48	220,2	223,0
						879,28	171,48	924,38	215,44		
						879,28	171,48	924,36	215,50		

G. C. Schmidt.

Die vorstehenden Beobachtungen wurden von Herrn G. C. Schmidt ausgeführt und trägt derselbe die Verantwortung dafür. Dass dieselben nicht den erwünschten und erreichbaren Grad von Vollkommenheit zeigen, wie eine solche bei dem für solche Bestimmungen besonders geeigneten Material, Quecksilber, und unter Anwendung so guter Instrumente möglich gewesen wäre, erklärt sich daraus, dass die Libelle des Kathetometer-Fernrohres, eine Erscheinung, die bei Libellen wie bekannt im Laufe der Zeit stets eintritt, nicht mehr mit genügender Empfindlichkeit functionirte. Dieser Umstand war dem Herrn Beobachter trotz der vielen Versuche entgangen. Wenn dennoch die Beobachtungen nicht verworfen wurden, so wird das dadurch entschuldigt, dass der Apparat als solcher nicht geeignet ist zu absoluten Werten zu führen, wie das aus dem folgenden den anzubringenden Correctionen gewidmeten Abschnitt ersichtlich.

c. **Die Correctionen.**

Den an den beobachteten Dampftemperaturen ausgeführten Correctionen und Reductionen ist Besonderes nicht hinzuzufügen, nur zu bemerken ist, dass aus äusserlichen Gründen nicht alle Dampftemperaturen mit dem gleichen Instrument gemessen werden konnten.

Bei Benutzung der Anschütz'schen Thermometer war die Correction durch die Prüfungsbescheinigungen der Reichsanstalt direct gegeben. Waren die Temperaturen mit einem anderen Instrument gemessen, so wurde dasselbe zunächst mit einem Anschütz'schen Thermometer verglichen und dann die auf das Berliner Normal bezogene Correctur angebracht. Im Allgemeinen befand sich bei diesen Messungen stets die ganze Scala in Dampf, nur für einzelne Fälle musste auch auf Correction des herausragenden Fadens Bedacht genommen werden,

und auch dann war dieselbe nur gering, sie betrug im höchsten Falle 0,3° C. Alle diese Correcturen wurden ebenfalls von Herrn G. C. Schmidt vorgenommen und sind dieselben aus einem Vergleich der bezüglichen Zahlen in Tabelle 10 und 14 ersichtlich.

Um zu prüfen wie weit die mit *BA* durch Fadenspulen verbundenen Thermometer $T_2 - T_4$ die Temperatur des Quecksilbers in *B A* genau angaben, wurde nach Abschluss der Versuche ein Thermometer, das mittelst Schliff und Quecksilberverschluss gedichtet war, bei *A* so eingepasst, dass die Quecksilberkugel genau mit der Stelle correspondirte, an der T_4 befestigt war und wurde so die Temperatur des Quecksilbers in *B A* mit der aussen durch T_4 gemessenen verglichen. Es wurde dabei folgendes gefunden:

Tabelle 11.

Temp. des kochenden Quecksilbers.	T_4.	Eingeschliffenes Thermometer.
130,0° C.	30° C.	33° C.
150,5	32	35
160,0	34	38
171,0	36	40
180,0	38	43
190,0	39	44
201,0	40	46
209,5	41	47
221,0	42	49

Es ist aus der Tabelle ersichtlich, dass innerhalb der für das kochende Quecksilber beobachteten Temperaturgrenzen von 140° — 220° C. (siehe Tabelle 10, Kolonne 12) die Temperatur je nach ihrer Höhe von dem an T_4 gemessenen Teile von $EA = 35$ mm. um 3°—7° C. zu nieder angegeben wurde. Dieser dadurch als notwendig erwiesenen Correctur musste bei der Re-

duction dieser Quecksilbersäule auf 0° C. Rechnung getragen werden.

Von den anderen Thermometern T_2 und T_3 käme nach Massgabe von Tabelle 11, da nur in vier Fällen durch T_3 die Temperatur von 30° C. überschritten wurde, auch nur in diesen Fällen eine Correctur von höchstens 0,1 mm. in Betracht, dieselbe konnte deshalb, da die einzelnen zu corrigirenden Höhen nur annähernd geschätzt werden konnten, vernachlässigt werden.

Die nach dem Vorstehenden notwendigen Correcturen an T_4 sind bereits durch Herrn Schmidt in Tabelle 10 angebracht worden.

Grössere Schwierigkeiten und einige den Wert der Resultate beeinträchtigende, jedoch leider nicht zu umgehende Willkür bot die Reduction der in *B A* gemessenen Quecksilberhöhen auf 0°. Während *B P* in seiner ganzen Länge die durch T_1 angezeigte Zimmertemperatur besass, also auch nur einer für die ganze Säule gültigen Correctur bedurfte,[1]) mussten für *B A* eine ganze Reihe von Temperaturen verschieden hoher Quecksilbersäulen in Rechnung gebracht werden. Wir glauben den der Wahrheit am nächsten kommenden Ausdruck in folgender Form gefunden zu haben:

400	mm.	wurden aus der Temperatur T_2 reduzirt
100	„	aus der mittleren Temperatur T_2 und T_3
200	„	aus der Temperatur T_3
35	„	aus der Temperatur T_4
735	mm.	

Der horizontale Arm kommt bei der Höhenreduction

[1]) Diese Annahme hat sich später als unrichtig erwiesen und ist darauf bei nachfolgenden Beobachtungen Rücksicht genommen worden.

nicht in Betracht. Es wurden in allen Fällen also 735 mm. Quecksilber auf 0° reducirt. Die Höhe des Quecksilbers in BA betrug jedoch keineswegs stets 735 mm., sie wechselte vielmehr beständig innerhalb des Intervalls 739 mm. und 708 mm.

Der wechselnden Höhe hätte daher in allen Fällen Rechnung getragen werden müssen, da aber eine Rücksichtnahme darauf mit erheblichen Umständlichkeiten verknüpft gewesen wäre, und da weiter im ungünstigsten Falle der Fehler doch nur 0,13 mm. betragen würde, so wurde in Anbetracht der bei dieser Reduction herrschenden schon gerügten Willkür der dadurch hervorgerufene Fehler vernachlässigt.

Diese Mängel der Reduction, für die wir aber eine Abhilfe zu finden nicht vermochten, sind es gewesen, die uns veranlassten, den Beobachtungen des Herrn Schmidt in unserer Arbeit Aufnahme zu gewähren.

Da die Teilung des Kathetometers auf Silber gravirt war, so musste die Temperaturcorrection der gemessenen Quecksilberhöhen auf eine Silberscala bezogen werden und zwar sowohl die an BP als die an BA gemessene. Es geschah das mittelst der Formel [1])

$$bt\ (\beta - \beta_1)$$

in welcher b die abgelesene Quecksilberhöhe, t die Temperatur, $\beta = 0{,}0001815$ den Ausdehnungs-Coëfficienten des Quecksilbers, $\beta_1 = 0{,}00001921$ den linearen Ausdehnungs-Coëfficienten des Silbers [2]) bedeutet.

Nach dieser Formel und ihren Werten berechnen sich die folgenden Tabellen.

---

[1]) Physikalisch-chemische Tabellen von Landolt & Börnstein, Berlin 1883, pag. 26.

[2]) Fizeau, Comptes Rendus. Bd. 68. 1869. pag. 1125, und Poggend. Annal. Bd. 138. 1869, pag. 30.

Correction für die Ausdehnung des Quecksilbers, gemessen auf Silberscala.

Tabelle 12.

Correction für B P.

mm.	705	710	715	720	725	730	735	740
18° C.	2,06	2,07	2,09	2,10	2,12	2,13	2,15	2,16
19	2,17	2,19	2,20	2,22	2,24	2,25	2,27	2,28
20	2,29	2,30	2,32	2,34	2,35	2,37	2,39	2,40
21	2,40	2,42	2,44	2,45	2,47	2,49	2,51	2,52
22	2,52	2,54	2,55	2,57	2,59	2,61	2,62	2,64

Tabelle 13.

Correction für B A.

T_2 = 400 mm.		$\frac{T_2 + T_3}{2}$ = 100 mm.		T_3 = 200 mm.	
17°C.	1,10	20°C.	0,32	24°C.	0,78
18	1,17	21	0,34	25	0,81
19	1,23	22	0,36	26	0,84
20	1,30	23	0,37	27	0,88
21	1,36	24	0,39	28	0,91
22	1,43	25	0,41	29	0,94
23	1,49	26	0,42	30	0,97
24	1,56	27	0,44	31	1,01
25	1,62	28	0,45	32	1,04
		29	0,47	33	1,07
		30	0,49	34	1,10

T_4 = 35 mm.		T_4 = 35 mm.		T_4 = 35 mm.	
30°C.	0,17	39°C.	0,22	48°C.	0,27
31	0,18	40	0,23	49	0,28
32	0,18	41	0,23	50	0,28
33	0,19	42	0,24	51	0,29
34	0,19	43	0,24	52	0,30
35	0,20	44	0,25	53	0,30
36	0,20	45	0,26	54	0,31
37	0,21	46	0,26	55	0,31
38	0,22	47	0,27	56	0,32

Bei der Berechnung der vorstehenden Tabellen, wie in allen folgenden Rechnungen, ist stets 0,499 auf 0,0 und 0,500 auf 1,0 abgerundet worden.

Das Nichtübereinstimmen unserer Zahlen mit den von Herrn Schmidt[1]) gegebenen erklärt sich daraus, dass einmal Herr Schmidt nicht immer im gleichen Sinne abgerundet hat, dass er weiter die Correction von BP nicht auf Silber bezogen, und dass er endlich die Correction für T_4, wie ersichtlich nicht wirklich berechnet hat; ein Vorgehen, das nach dem Satze: „so würde eine Correctionstabelle für die einzelnen Quecksilbersäulen berechnet"[2]) trotz der geringen Abweichungen nicht statthaft ist.

In Folgendem sei an einem Beispiel gezeigt, in welcher Weise die Reductionen vorgenommen wurden.

Es wurde abgelesen:

---

1) Dissertation, pag. 45.

2) ebenda, pag. 44.

T_1	T_2	T_3	T_4	T Fuess	Barometer Fuess	B. P. oben	B. P. unten	B. A. oben	B. A. unten	T Dampf	T Flüssigk.
19° C.	20° C.	26° C.	34° C.	20° C.	729,85 mm.	924,84 mm.	195,58 mm.	920,62 mm.	191,84 mm.	122,6°C.	146,0°C.
						924,82 „	195,56 „	920,64 „	191,84 „	122,7	
						924,85 „	195,60 „	920,74 „	191,88 „	122,6	
					Mittel =	924,84	195,58	920,67	191,85	122,6°C.	

Direct abgelesener Druck B. P. = 729,26
B. A. = 728,82

Reduction auf 0°C. B. P. 729,26 mm. T_1. 19°C. = 2,25
Reduction auf 0°C. B. A. = T_2 = 400 mm. 20°C. = 1,30

$\frac{T_2 + T_3}{2}$ = 100 „ 23 = 0,37

T_3 = 200 „ 26 = 0,84
T_4 = 35 „ 34 = 0,19

735 mm. 2,70

B. P. 729,26
2,25
727,01

B. A. 728,82
2,70
726.12

Reduction auf 0°C. B. Fuess. T Fuess 20°C. 729,85
2,36
727,49

727,49
727,01
B. P. = 0,48

727,49
726,12
B. A. = 1,37

T Dampf	B. A.	B. P.	T Flüssigk.
122,6°C.	1,37 mm.	0,48 mm.	146,0°C.

An diesen Resultaten musste dann noch die schon erwähnte Correctur für die Thermometer angebracht werden. Nachdem dies geschehen, ergaben die Beobachtungen, die in der folgenden Tabelle 14 zusammengestellten Werte.

Tabelle 14.

T. Dampf.	B A.	B P.	T. Flüss.
119,4°C.	0,87 mm	0,99 mm	141,5°C.
124,7	1,37	0,48	146,5
125,9	1,26	0,13	146,5
131,1	2,11	0,68	150,0
134,1	1,66	1,39	151,5
135,0	1,82	1,24	148,0
138,6	2,20	1,36	152,0
140,2	2,65	0,83	152,5
141,7	2,35	2,03	151,5
144,3	2,00	2,22	152,5
145,2	2,86	2,22	155,0
147,1	2,77	1,76	160,0
148,2	2,97	2,84	156,5
149,0	3,19	3,11	153,5
151,5	3,28	3,18	158,5
154,2	3,48	3,52	157,5
159,1	4,23	4,26	165,0
161,1	4,39	4,54	167,0
162,6	4,63	4,83	168,5
165,1	5,12	5,44	168,5
168,7	6,02	6,18	174,0
173,1	7,58	6,01	179,0
175,2	7,83	7,76	180,0
176,3	7,86	8,01	178,5
176,8	8,18	8,23	181,0
176,9	7,89	8,19	179,0
179,6	8,80	7,60	186,0
180,9	9,47	9,46	183,0
181,6	9,39	9,67	184,0
183,0	10,57	10,52	185,0

T. Dampf.	B A.	B P.	T. Flüss.
185,9	11,45	11,56	188,5
187,9	—	12,19	190,0
191,1	13,48	13,28	193,0
193,1	14,00	14,42	196,0
194,8	—	15,24	198,5
196,7	16,59	16,43	199,5
199,4	17,49	17,40	202,0
201,8	19,12	19,33	204,0
204,8	21,04	20,92	207,0
205,9	21,48	21,86	209,0
208,9	23,23	23,99	211,0
210,6	25,18	25,65	211,5
214,3	28,77	29,04	216,0
216,6	30,88	31,27	219,5
219,8	34,30	34,65	223,0

Beide, sowohl die in der Natur des Apparates begründeten Fehler, als die Mängel der Beobachtungen sind in der obigen Zusammenstellung ausgeprägt und zeigen, dass es nicht gelungen ist absolute Werte für die Kochpunkte des Quecksilbers bei vermindertem Drucke zu gewinnen. Ehe wir jedoch auf die weitere Betrachtung derselben eintreten, sei auf eine andere in die Augen springende Tatsache aufmerksam gemacht, deren Bedeutsamkeit durch die Mängel der Zahlen ganz unwesentlich beeinflusst wird und die daher, was von Herrn Schmidt in seiner Dissertation versäumt ist, besonders hervorgehoben zu werden verdient.

Vergleichen wir die Temperaturen des Quecksilbers bei gleichen Drucken im Dampf und in der Flüssigkeit gemessen, so zeigt sich das Bild, wie es die folgende Tabelle darstellt. Um nicht alle Zahlen noch einmal wiederholen zu müssen, ist nur je die zweite Beobachtungsreihe herausgehoben worden.

Tabelle 15.

Druck in mm.	T. Dampf.	T. Flüssigk.	Differenz.
0,87 mm	119,4°C.	141,5°C.	22,1°C.
1,26	125,9	146,5	20,4
1,66	134,1	151,5	16,4
2,20	138,6	152,0	13,4
2,35	141,7	151,5	9,8
2,86	145,2	155,0	9,8
2,97	148,2	156,5	8,3
3,28	151,5	158,5	7,0
4,23	159,1	165,0	5,9
4,63	162,6	168,5	5,9
6,02	168,7	174,0	5,3
7,83	175,2	180,0	4,8
8,18	176,8	181,0	4,2
8,80	179,6	186,0	6,4
9,39	181,6	184,0	2,4
11,45	185,9	188,5	2,6
13,48	191,1	193,0	1,9
17,49	199,4	202,0	2,4
21,04	204,8	207,0	2,2
23,23	208,9	211,0	2,1
28,77	214,3	216,0	1,7

In allen Fällen ist, wie die Zahlen zeigen, die Temperatur der Flüssigkeit höher als die des Dampfes, die Differenz ist aber bei den verschiedenen Drucken keineswegs die gleiche, sie verhält sich, abgesehen von einigen Schwankungen, die aus den Mängeln der Beobachtung erklärlich sind, umgekehrt wie die Drucke unter denen das Quecksilber kocht, sie wächst von 1,7°C. beim Drucke 28,77 mm. bis auf 22,1°C. beim Druck 0,87 mm. Wir haben hier dieselbe Erscheinung, auf

die schon Regnault,[1]) wie wir früher[2]) betonten, aufmerksam gemacht hat, ohne jedoch dafür eine Erklärung zu geben.

Wie haben wir nun diese Erscheinung zu deuten, deren Regelmässigkeit doch die Annahme zufälliger oder willkürlicher Ueberheizung von vornherein ausschliesst?

Gehen wir auf die von Pless[3]) aufgestellte Siedegleichung zurück und bedenken wir dabei, dass der Einfluss der gleichen Druckabnahme auf den Siedepunkt ein um so grösserer ist, je niederer der absolute Druck, unter dem die Flüssigkeit kocht, so wird sich uns die Erklärung ohne Weiteres darbieten.

Das die Flüssigkeitstemperatur anzeigende Thermometer tauchte etwa 20 mm. unter die Oberfläche der Flüssigkeit, d. h. es mass die Temperatur einer Quecksilberschicht, die ausser durch den Luft- und Dampfdruck noch durch die über ihr befindlichen etwa 20 mm. Quecksilber belastet war, während das die Dampftemperatur angebende Thermometer die Temperatur der an der Oberfläche aus dem Flüssigkeitsverbande sich lösenden Molekeln der obersten Quecksilberschicht angab.

Da also die tieferen Flüssigkeitsschichten unter einem erheblich höheren Drucke stehen, als die an der Oberfläche des Quecksilbers sich bewegenden Molekeln, so hätte jenen um sie bis zum Sieden zu erhitzen, eine wesentlich höhere Temperatur zugeführt werden müssen als diesen; mit anderen Worten, bei Erwärmung auf die gleiche Temperatur oder bei Steigerung der

---

[1]) Paris, Mém. Acad. Sci. Bd. 21, 1847. pag. 524.

[2]) Vergl. diese Abhandlung. pag. 587.

[3]) Pless, Wien. Akad. Sitzgsber. Bd. 54. Abth. 2. 1866. pag. 77.

lebendigen Kraft um die gleiche Grösse wird es den an der Oberfläche befindlichen Molekeln ohne Weiteres gelingen sich aus der Anziehungssphäre ihrer Nachbarmolekeln zu entfernen und frei den Raum zu durchmessen, während die im Innern der Flüssigkeit befindlichen Molekeln durch den Druck, der auf ihnen lastenden, dasselbe Ziel noch nicht erreichen werden. Es wird also von der Oberfläche abwärts bis zum Angriffspunkt der Wärmequelle die Temperatur wachsen müssen. Da weiter, wie bekannt und wie wir schon oben bemerkten, der Einfluss der gleichen Druckabnahme auf die Siedetemperatur bei sehr niederen Drucken ein sehr viel bedeutenderer als bei höheren Drucken, so wird die gleiche Quecksilbersäule auf die Temperatur der unteren Schicht bei sehr niederen Drucken ebenfalls einen wesentlich höheren Einfluss haben müssen, als bei höheren, es erklärt sich daraus, dass in unserem Falle die Differenz zwischen der Temperatur der Flüssigkeit und des Dampfes bei höheren Drucken eine verhältnissmässig Geringe ist, während sie bei dem Niedrigsten mit 22° C. einen recht erheblichen Wert erreicht, sie ist bedingt durch Luft- und Dampfdruck einerseits und anderseits durch den Höhendruck der Flüssigkeit auf sich selbst und muss einen regelmässigen Gang zeigen, wie ein solcher in der Tat aus der Tabelle 15 ersichtlich ist.

Aus dem Gesagten geht aber noch weiter hervor, dass ein Kochen des Quecksilbers unter dem gemessenen Druck auch bei Anwendung dieser zweifellos dynamischen Methode nur an der Oberfläche stattfinden kann und dass in Folge dessen sich ein Unterschied in den Resultaten der beiden fraglichen Methoden nicht zeigen darf.

Die in Tabelle 10 mitgeteilten und in Tabelle 14 zusammengestellten Beobachtungen wurden wie die

früheren in ein Coordinaten-Netz eingetragen, in welchem je 1 cm. 1° C. und 1 mm. entsprach und alsdann graphisch interpolirt.

Aus der auf diese Weise erhaltenen Siedekurve des Quecksilbers wurden die unten stehenden Werte abgelesen, die in Tabelle 16 nach mm., in Tabelle 17 nach °C. geordnet sind.

Tabelle 16.

Dampfspannkraft des Quecksilbers nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
1	121,0	6	167,8	11	185,5	16	196,6	21	204,9
2	138,2	7	172,3	12	187,9	17	198,4	22	206,3
3	149,0	8	176,2	13	190,3	18	200,2	23	207,6
4	156,3	9	179,6	14	192,5	19	201,8	24	208,9
5	162,5	10	182,7	15	194,6	20	203,4	25	210,1

Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.
26	211,3	31	216,7
27	212,4	32	217,7
28	213,5	33	218,6
29	214,6	34	219,5
30	215,6	35	220,4

Tabelle 17.

Kochpunkte des Quecksilbers nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
120	0,95	153	3,54	170	6,49	187	11,61	204	20,40
125	1,22	154	3,68	171	6,70	188	12,01	205	21,08
130	1,49	155	3,80	172	6,93	189	12,44	206	21,80
135	1,79	156	3,95	173	7,18	190	12,87	207	22,54
140	2,13	157	4,10	174	7,43	191	13,40	208	23,30
141	2,20	158	4,25	175	7,70	192	13,75	209	24,09
142	2,29	159	4,41	176	7,97	193	14,21	210	24,92
143	2,39	160	4,58	177	8,23	194	14,70	211	25,79
144	2,49	161	4,74	178	8,52	195	15,20	212	26,62
145	2,58	162	4,90	179	8,81	196	15,70	213	27,52
146	2,68	163	5,08	180	9,12	197	16,21	214	28,43
147	2,79	164	5,27	181	9,47	198	16,77	215	29,38
148	2,90	165	5,45	182	9,78	199	17,32	216	30,25
149	3,00	166	5,64	183	10,10	200	17,89	217	31,33
150	3,12	167	5,83	184	10,48	201	18,49	218	32,35
151	3,26	168	6,03	185	10,83	202	19,10	219	33,42
152	3,40	169	6,26	186	11,22	203	19,73	220	34,49

Schon an anderer Stelle[1]) haben wir Gelegenheit gehabt uns über den Wert der graphischen Methode der Interpolation im Vergleich zu der mathematischen zu verbreiten und sie damals beide als gleichberechtigt erklären können. Wir brauchen also an dieser Stelle nicht noch einmal darauf zurückzukommen, auch werden die in der Folge mitgeteilten Kurven zur Genüge Aufschluss darüber geben, bis zu welchem Grade von Genauigkeit die graphische Methode der Interpolation sich g u t e n Beobachtungen anzuschliessen im Stande ist.

---

[1]) Kahlbaum, Siedetemperatur und Druck, pag. 69. ff.

Nur dies Eine sei noch bemerkt: So wenig jede beliebige mathematische Formel für die Interpolation geeignet ist, ebenso wenig ist jedes beliebige Kurvenlineal für eine richtige, graphische Interpolation zu verwenden. Wir haben deshalb in allen Fällen für die betreffenden verschiedenen Bewegungstypen besondere Kurvenlineale construirt und dann mit Hilfe derselben die graphische Interpolation durchgeführt. Dabei sind wir allerdings bis zu einem gewissen Grade von der Hand des Fabrikanten, der nach unseren Zeichnungen die Lineale reissen liess, abhängig gewesen; nicht immer gestattete das spröde Material vollkommene Stetigkeit in der Krümmung zu erreichen. Es findet sich das auch in den oben angegebenen Zahlen, besonders da, wo die Drucke für einzelne °C. angegeben sind, an einzelnen Stellen ausgedrückt. Solche Äusserlichkeiten können aber den Wert einer Methode keineswegs beeinträchtigen.

Die mathematische Formel, und ihrer wie viele sind für denselben Ausdruck der Abhängigkeit des Siedepunkts vom Druck aufgestellt worden, die mathematische Formel, sagen wir, das beste Beweismittel gegen die Lehre von der Freiheit des menschlichen Willens, bildet einen Schienenstrang, der nicht verlassen werden kann, das Kurvenlineal gibt dagegen dem, der es richtig handhabt, Gelegenheit, ohne die Stetigkeit der Bewegung zu unterbrechen, sich den Beobachtungen auf das engste anzuschmiegen und das ist doch gewiss die Aufgabe einer Interpolation!

Es zeigt also nur vollkommenes Verkennen der Tatsachen, wenn Herr Schmidt[1] sagt, dass: „die mathematische Methode der Interpolation viel genauer ist, als die graphische.“

---

[1]) Dissertation, pag. 52.

Wie wenig solche Behauptung zudem in diesem besonderen Falle berechtigt ist, mag der folgende Vergleich der von Herrn Schmidt graphisch und der mathematisch interpolirten Werte nach Tabelle 12 und 14 seiner Dissertation, lehren:

Tabelle 18.

Temp.	Druck in mm.		Differenz.
°C.	math.	graph.	mm.
210	25,11	24,99	— 0,12
200	18,01	17,97	— 0,04
190	12,84	12,87	+ 0,03
180	9,09	9,11	+ 0,02
170	6,40	6,40	0,00
160	4,47	4,48	+ 0,01
150	3,11	3,20	+ 0,09
140	2,14	2,14	0,00
130	1,47	1,44	— 0,03
120	1,00	1,00	0,00

Halten wir dagegen die beiderseits sowohl von Herrn Schmidt, als von Herrn Hertz mittelst mathematischer Interpolation erhaltenen Werte, allerdings hat Herr Hertz eine andere Formel angewandt, so finden wir folgendes:

Tabelle 19.

Temp.	Hertz.	Schmidt.	Differenz.
210°C.	25,11 mm.	25,12 mm.	— 0,01
200	18,25	18,01	— 0,24
190	13,07	12,84	— 0,23
180	9,23	9,09	— 0,12
170	6,41	6,48	— 0,01
160	4,38	4,47	+ 0,09
150	2,93	3,11	+ 0,08
140	1,93	2,14	+ 0,21
130	1,24	1,47	+ 0,23
120	0,78	1,00	+ 0,22

Wie die Tabellen zeigen bleibt in beiden Fällen die Differenz weder gleich noch ändert sie sich stets in dem gleichen Sinne, sie wird bald kleiner, bald grösser, bald ist sie negativ, bald positiv. Zwischen den beiden aus mathematischer Interpolation gewonnenen Reihen zeigen die Differenzen folgende Bewegung: sie steigen, sinken, wechseln das Vorzeichen und steigen, sinken dann wiederum um gleich wieder zu steigen und dann endlich noch einmal zu sinken! und da wird behauptet die mathematische Methode sei viel genauer als die graphische!

Wir selbst sehen an dieser Stelle von einer mathematischen Behandlung der Beobachtungen ab, wir werden später, wenn wir in der zweiten Abteilung dieser Arbeit unsere gesammten Resultate der rechnerischen Prüfung unterwerfen, dazu noch Gelegenheit finden, da wir aber die graphische Methode der Bearbeitung unserer Resultate durchgehends zu Grunde gelegt haben, so schien es uns am Platz an dieser Stelle schon unberechtigte Angriffe zurück zu weisen.

Es bleibt uns, unsere Resultate, die wir auf dynamischem Wege erhalten haben, mit denen einiger anderer Forscher, die sich der statischen Methode bedienten, zu vergleichen, wir wählen dazu die schon betrachteten Versuche von Hertz,[1]) die der Herren Ramsay & Young[2]) und die von Regnault,[3]) die wir in der folgenden Tabelle 20 mit den unseren zusammenstellen.

---

[1]) Berlin, physik. Ges. Verhandl. 1882. Nr. 10 u. Wiedemann Annal. Bd. 17. 1882. pag. 193.

[2]) London, Chem. Soc. Journal. Bd. 49. 1886. pag. 37.

[3]) Paris, Mém. Acad. Sci. Bd. 26. 1862. pag. 520.

Tabelle 20.

°C.	Regnault.	Ramsay & Young.	Hertz.	Kahlbaum.
120	1,534 mm.	0,719 mm.	0,779 mm.	0,95 mm.
130	2,175	1,137	1,24	1,49
140	3,059	1,754	1,93	2,13
150	4,266	2,680	2,93	3,12
160	5,900	4,013	4,38	4,58
170	8,091	5,904	6,41	6,49
180	11,00	8,535	9,23	9,12
190	14,84	12,137	13,07	12,87
200	19,90	17,015	18,25	17,89
210	26,35	23,482	25,12	24,92
220	34,70	31,957	34,90	34,49

Die Zahlen liefern einen vollgültigen Beweis für unsere oben ausgesprochene Behauptung, dass für das Quecksilber die nach beiden Methoden gewonnenen Werte übereinstimmen müssen; um das noch deutlicher zu machen, stellen wir in der folgenden Tabelle 21 die Differenzen zwischen den Zahlen von Hertz und Ramsay einerseits und den von Hertz und uns erhaltenen anderseits neben einander.

---

[1]) London, Chem. Soc. Journal. Bd. 60. 1891. pag. 633, werden von Herrn Young neuerdings berechnete Zahlen mitgeteilt, die noch mehr von denen des Herrn Hertz abweichen.

Tabelle 21.

	Differenzen.	
	Hertz-Ramsay.	Hertz-Kahlbaum.
120°C.	— 0,060	+ 0,17
130	— 0,103	+ 0,25
140	— 0,176	+ 0,20
150	— 0,250	+ 0,19
160	— 0,367	+ 0,20
170	— 0,506	+ 0,08
180	— 0,695	— 0,11
190	— 0,933	— 0,20
200	— 1,235	— 0,36
210	— 1,638	— 0,20
220	— 2,943	— 0,41
Mittel	0,81	0,22

Nach dieser Tabelle weichen also die, allerdings berechneten, doch aber auf statischen Beobachtungen sich aufbauenden Resultate der Herren Ramsay & Young, um ein Beträchtliches mehr von den statischen Beobachtungen des Herrn Hertz ab, als unsere auf dynamischem Wege gewonnenen Werte.

Es geben demnach die statische und die dynamische Methode für das Quecksilber übereinstimmende Resultate. Für unsere Hauptfrage aber ist damit, wie wir gezeigt, die endgültige Lösung nicht gewonnen.

Kahlbaum.

Wir haben in dem vorstehend abgeschlossenen Teil das, was wir mit den Worten: „erstens mussten für solche Stoffe, deren Spannkräfte mit genügender Genauigkeit statisch bestimmt waren, die Kochpunkte bei niederen Drucken festgelegt werden“ als unsere nächste Aufgabe hingestellt hatten, erledigt, jedoch ohne dass wir dabei zu einer vollauf befriedigenden Antwort auf unsere Frage gelangt wären. Wir werden uns also dem zweiten Teile unserer Aufgabe zuwenden müssen, wir werden zunächst: „die gleichen Stoffe, die Herr Landolt statisch untersucht hatte, in ganz der gleichen Weise noch einmal prüfen“, und erst von dem Ausfall dieser Prüfung wird es abhängen, ob wir anzunehmen haben, dass die statische und die dynamische Methode übereinstimmende Resultate liefert oder nicht. Wir gehen also über zur Besprechung der

Dampfspannkrafts-Messungen mittelst der statischen Methode.

Ein Grundgedanke ist uns ganz allgemein für alle unsere Untersuchungen massgebend, nämlich der, Methoden zu ersinnen, die geeignet scheinen, in den mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln ausgestatteten Laboratorien wiederholt zu werden. Wir wollen es versuchen, praktische Methoden und praktische Apparate anzugeben, denen nach Beendigung der Untersuchung nicht nur ein historisches Interesse nachgerühmt werden kann, sondern solche, mit denen genaue Resultate erzielt werden

können, und nach denen, und mit denen auch von andern Forschern gearbeitet werden kann, eine Eigenschaft, die wir nicht wohl allen bisher für derartige Untersuchungen angewandten Methoden und Apparaten, wir denken z. B. an diejenigen Regnault's, zusprechen können. Dieser Grundgedanke war auch für das Folgende massgebend.

So wenig wir über die zahllosen Versuche berichten werden, die zu den von uns endgültig angenommenen Verfahren geführt haben, so wenig werden wir einen historischen Ueberblick über die zur Erreichung des gleichen Zweckes angestellten Untersuchungen anderer Forscher geben, weil dadurch bei dem Bestreben nach nur einiger Vollständigkeit, und nur eine solche hätte etwelchen Wert, die schon an sich ausgedehnte Arbeit noch ganz ungebührlich in die Länge gezogen würde. Wir wenden uns deshalb sogleich zur Besprechung der schliesslich angenommenen

I. Apparate und Methoden.

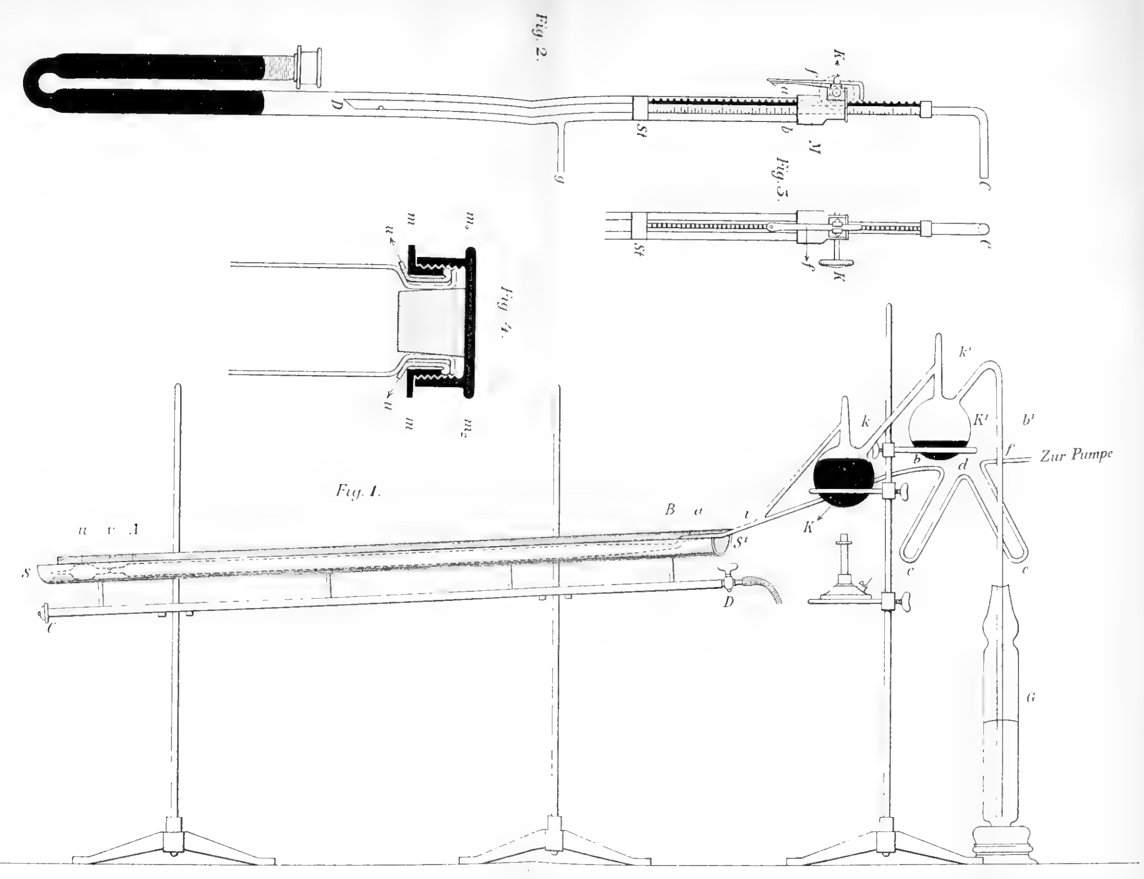
Bei der Ausführung der statischen Methode, wie sie von Herrn Landolt angewandt wurde, kömmt es darauf an, ein Barometerrohr vollkommen mit luftfreiem Quecksilber zu füllen, und nachdem dasselbe auf diese Weise vorgerichtet ist, in das Rohr die zu untersuchende Flüssigkeit luftfrei einzuführen. Demnach zerfiel auch unsere nächste Aufgabe in zwei Teile, das Einführen der Flüssigkeit in das Barometer, und

a) das Füllen des Barometerrohres mit Quecksilber.

Das Princip, nach dem wir vorgingen, war, das luftleer gemachte Rohr durch Destillation mit Quecksilber zu füllen. Die Hauptschwierigkeit, die zu überwinden

ist, liegt nicht sowohl darin, die in dem Rohr etwa noch befindliche freie Luft durch Quecksilber zu verdrängen, als vielmehr darin, die an den Glaswänden adsorbirte Luft vollkommen von diesen zu lösen, eine Aufgabe, die, sagen wir es von vornherein, trotz der energischsten Versuche nicht völlig zu erfüllen gelungen ist, ja die, wie wir meinen, überhaupt nicht zu erfüllen sein dürfte.

Dem genannten Zweck diente der, Tafel 8, Fig. 1, abgebildete Apparat. Das auf dem Glas in 1 mm. geteilte Barometerrohr *A B*, von lichter Weite 1,5 cm. und der Länge 1 m, verjüngte sich hinter *B* zur Stärke eines gewöhnlichen Biegerohrs und setzte sich, nachdem es dicht hinter *B* bei *a* eine knieförmige Biegung gebildet hatte, in die zur Pumpe führende Kundt-Warburg'sche Feder *b, c, d, e, f* fort. In dieses Rohr mündete zwischen *a* und *b* bei *i* ein gleich starkes Glasrohr, das aus dem Hals des Kolbens *K* auslief; *K* trug bei *k* einen Tubulus, der wiederum in den Hals des zweiten Kolbens K_1 führte, von dem bei k_1 ebenfalls ein Tubulus ausging, der in das senkrecht nach unten gebogene etwa 900 mm. lange Rohr b_1 auslief, welches Rohr in dem Gefässe *G* unter Quecksilber tauchte. Wie der ganze Apparat zu einem Stück Glas zusammen geblasen war, so war derselbe auch bei *f* an die Pumpe angeschmolzen, so dass jede Schlauchverbindung vermieden war. *A B* war seiner ganzen Länge nach in der mit Magnesia gefüllten Asbestrinne $S S_1$ gebettet und konnte wiederum seiner ganzen Länge nach durch das Flammenrohr *C D* gleichmässig stark erhitzt werden. Zu besonderem Zwecke war am unteren Ende *A* dem Barometerrohr noch eine kugelförmige Erweiterung, die auf einem engeren bei *v* noch weiter verengten Rohr aufsass, angeblasen.


Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 1.
Zur Pumpe

War der ganze Apparat zusammengeschmolzen, so wurde derselbe, und mit ihm die Pumpe, durch eine Wasserpumpe nach Möglichkeit evakuirt. Natürlich war zwischen Apparat und Wasserpumpe eine Trockenvorrichtung angebracht. Es wurden dann die Flammen an *C D* entzündet, durch welche *A B* etwa auf 300⁰ erhitzt wurde, und nun über Schwefelsäure, Kali und Phosphorsäureanhydrid getrocknete Luft in sehr langsamen Strome in den Apparat gelassen; auf diese Weise wurde derselbe etwa 30 mal evakuirt und mit trockner Luft gefüllt. Alsdann wurde die Verbindung zwischen der noch später zu beschreibenden Quecksilberpumpe und der Wasserpumpe gelöst, die erstere mit Quecksilber gefüllt, und mittelst derselben der ganze Apparat bis zum weitest erreichbaren Vakuum ausgepumpt. Wie weit die Luftverdünnung gebracht werden konnte, auch darüber wird an späterer Stelle berichtet werden.

Das unter das Quecksilber in *G* tauchende Rohr b_1 stellte einen Barometerverschluss dar; wurde in *G* mehr Quecksilber eingefüllt, so stieg das Quecksilber in b_1 und gelangte auf diese Weise, ohne dass irgendwie Luft in den Apparat eintreten konnte, nach K_1. Während der Apparat fortwährend evakuirt blieb, und während zudem noch fortdauernd gepumpt wurde, wurde das Quecksilber von K_1 nach *K* überdestillirt, um auf diese Weise etwa im Quecksilber absorbirte Luft auszutreiben. Die ganze Zeit hindurch blieb *A B* auf etwa 300⁰ erhitzt. War alles Quecksilber nach *K* gelangt, so wurden die Flammen an *C D* gelöscht, die Asbestrinne $S\,S_1$ entfernt und durch einen Eisenblechschirm ersetzt, während gleichzeitig unter *A B* mit Asbest umwickelte, von den beiden Statifen gehaltene Träger geschoben wurden, die Flammen *C D* wurden wieder entzündet und unter fortwährendem Pumpen das Quecksilber sehr langsam

von *K* nach *A B* destillirt; nicht genug an der Erwärmung durch das Flammenrohr *C D*, wurde *A B* noch mit dem das Rohr langsam füllenden Quecksilber fortschreitend, durch eine Bunsenflamme direct stark erhitzt.

Die ganze Operation, vom ersten Füllen von K_1 mit Quecksilber an gerechnet, nahm etwa drei Tage in Anspruch. Die so hergestellten Barometer hatten ein vorzügliches Aussehen, gaben einen hellen, metallischen Klang und liessen, wenn sie umgestülpt wurden, das Quecksilber nur schwer von den Wandungen los, bei tieferem Eintauchen in das Gefäss oder beim Beugen zeigte sich auch nicht die Spur eines Luftbläschens; dennoch war, wie das noch später gezeigt werden wird, die adsorbirte Luft von den Wandungen keineswegs völlig losgelöst.

War auf die oben beschriebene Weise ein Barometerrohr gefüllt und sollte zur Verwendung gelangen, so wurde es durch einen Feilenstrich zwischen *a* und *i* von dem Apparat abgeschnitten; es brauchte dann nur an der gleichen Stelle ein neues Barometerrohr angeschmolzen werden, und der Apparat war wieder für eine neue Operation bereit.

b) **Das Barometergefäss.**

Den Grad der Luftleere der Vakuumkammer eines Barometers zu prüfen ist bekanntlich das beste Mittel das Volumen derselben zu ändern; das geschieht am einfachsten durch Aenderung des Quecksilberniveaus in dem Barometergefäss. Da solche Bestimmungen für uns von grösster Wichtigkeit waren, so lag es nahe dem Gefäss eine Gestalt zu geben, welche eine Niveauänderung in ausgiebigster Weise gestattete; dazu war die geeignetste Form die cylindrische. Auch musste das Gefäss, wir werden später noch sehen warum, erhitzt werden, es konnte

also dazu nicht wohl ein Standcylinder, wegen Gefahr des Zerspringens des dicken Bodens, beim Erhitzen verwendet werden; bei einem Cylinder mit dünnem Boden lag dagegen die Befürchtung nahe, dass derselbe durch das schwere, quecksilbergefüllte Barometerrohr zerstossen werden könnte, zudem sollte auch das Barometergefäss geeignet sein im luftleeren Raum durch Destillation mit Quecksilber gefüllt zu werden. Diese Ueberlegungen führten dazu, dem Gefäss die besondere Form zu geben, wie sie Fig. 2, Tafel 9, zeigt.

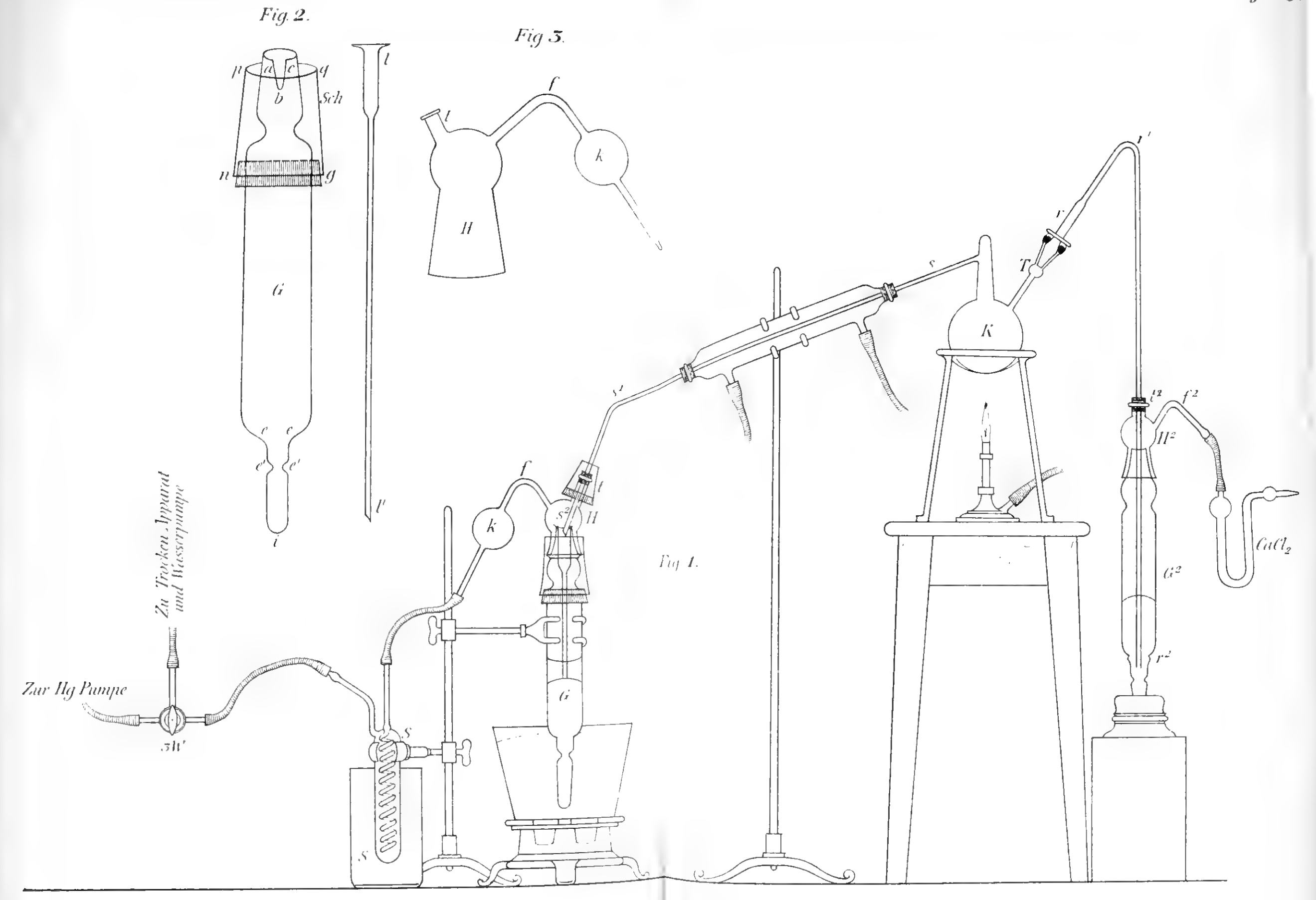
Das etwa 5 cm. im Durchmesser weite und 25 cm. hohe Rohr *G* war bei *e e* zu einem etwa 2 cm. weiten und 7 cm. langen Rohr *e, i, e* ausgezogen; dieses Stück war an beiden Seiten bei *e' e'* zusammengekniffen, so dass sich an der Stelle zwei nach innen gekehrte Wülste bildeten, auf denen das einzuführende Barometerrohr ruhen konnte, ohne dass dasselbe den Boden bei *i* berührte; am oberen Ende war *G* halsförmig zusammen laufen gelassen und bildete dort den Stempel eines Schliffs *Sch*, auf welchem der Helm *H* in Fig. 3 der Tafel 9 aufgeschliffen war; aus dem Schliff *Sch* war ein Schlitz *a, b, c* ausgeschnitten. Da es schwer ist, so weite Schliffe, und gar wenn sie zum Teil ausgebrochen sein müssen, vollkommen luftdicht schliessend zu machen, so wurde bei *n g* dem Gefäss ein weiter, etwa 3 cm. hoher Gummiring übergeschoben und über denselben ein Becherglas *n, p, q, g* mit abgesprengtem Boden gestülpt; wurde dann *H* auf *Sch* aufgepasst, so konnte *n, p, q, g* bis über den unteren Rand von *H* mit Quecksilber gefüllt werden und bildete so einen vollkommen dichten Quecksilberverschluss.

Diese Art einfacher Quecksilberverschlüsse, die auch bei gewöhnlichen Korkzapfen Verwendung finden können, sind von uns des öfteren angewendet worden und können durchaus empfohlen werden.

c) **Das Füllen des Barometergefässes,**

sowohl mit Quecksilber, als mit der zu untersuchenden Flüssigkeit, geschah in dem Apparat Fig. 1, Tafel 9, bei dem leider das Anwenden von Schlauchverbindungen, Schliffen und Stöpselverschlüssen nicht ganz vermieden werden konnte.

Von dem Hals des Kolbens *K* führte das Rohr s, s_1, s_2 durch einen Liebig'schen Kühler und durch den Stutzen *t* des Helmes *H* in den obersten Teil des Gefässes *G*; in dieses Gefäss war das Trichterrohr *l*, *l'*, dessen oberer Rand erweitert war und wenig über den Hals von *G* hervorragte, so hineingehängt, dass *l'* fast den Boden von *G* bei *i* berührte; in dieses Trichterrohr mündete s, s_1, s_2 ein. Dadurch, dass das Quecksilber beim Destilliren in *l*, *t* herabfallen musste, war erreicht, dass dasselbe sich an die Wandungen von *G* beim Aufsteigen fest anlegte und sich nicht etwa, was sonst unvermeidlich, zwischen Quecksilber und Wand Blasen bildeten. *G* tauchte mit seinem unteren Ende in ein Sandbad. s, s_1, s_2 musste in dem Stutzen *t* mittelst eines Korkstöpsels eingepasst werden, da das gleichzeitige Evakuiren und Erhitzen die Verwendung von Kautschukzapfen verbot. Um den Korkstöpsel vollkommen luftdicht zu machen, war derselbe in der oben geschilderten Weise durch Quecksilberverschluss gedichtet. Vom Helme *H* führte ein weiterer Stutzen, der bei *f* knieförmig nach unten gebogen und bei *k* zu einer Kugel aufgeblasen war, mittelst dickwandigen Gummischlauches zu dem Schlangenkühler *S S*, von dem aus weiter wiederum ein dickwandiger Schlauch zu einem Dreiwegehahn, *3 W*, leitete, dessen zweiter Stutzen zur Quecksilberpumpe und dessen dritter Stutzen zu Trockenapparat und Wasserpumpe führte. Nach der anderen Richtung ging von


Fig. 2.
Fig 3.
Fig 1.
Zu Trocken Apparat und Wasserpumpe
Zur Hg Pumpe
CaCl$_2$

K der Stutzen T aus, der in den Schliff endete, in welchen das Rohr r, r_1, r_2 einpasste, das bei r senkrecht nach unten gebogen mit r_2 in G_2 unter Quecksilber tauchte; dasselbe war mittelst des Stutzen A_2 durch den Helm H_2 in G_2 geführt. H_2 war auf G_2 aufgeschliffen und führte mit f_2 zu einem Chlorcalciumrohr. Der Schliff des Stutzen T konnte mit Quecksilber in bekannter Weise gedichtet werden.

Nachdem, wie das schon oben beschrieben, der Apparat auf das Sorgfältigste getrocknet war, wurde $3\ W$ so gestellt, dass die Wasserpumpe ausgeschaltet und der Apparat direct mit der Quecksilberpumpe verbunden war; es wurde nach Möglichkeit evakuirt und K in gleicher Weise, wie das ebenfalls oben beschrieben, durch r, r_1, r_2 aus G_2 mit Quecksilber gefüllt. In G war schon vorher ein wenig Quecksilber eingeführt worden, und das Gefäss in dem Sandbade erhitzt. Unter fortwährendem Pumpen wurde aus K soviel Quecksilber nach G destillirt, dass das Gefäss etwa zu einem Drittel gefüllt war; alsdann wurde wiederum trockene Luft in den Apparat geleitet, H wurde von G gelöst und statt des Trichterrohres l, l' ein gleichartiges, jedoch um so viel kürzeres, so eingeschoben, dass dessen Spitze nur eben unter die Oberfläche des in G befindlichen Quecksilbers tauchte, nach Art wie das in Fig. 1 auf Tafel 9 angegeben ist. Auf das Quecksilber in G_2 wurde von der zu untersuchenden Flüssigkeit getan, H_2 und H wurden wiederum aufgepasst, letztere mit Quecksilber gedichtet und der ganze Apparat von Neuem nach Möglichkeit evakuirt. Dann wurde G_2 so weit gesenkt, dass r_2 eben über das Niveau des Quecksilbers hervortauchte und die zu untersuchende Flüssigkeit durch r_2, r_1, r nach K gelangte, der Liebig'sche Kühler wurde in Tätigkeit

gesetzt, *S S* mit einer Kältemischung scharf gekühlt und die Flüssigkeit im luftleeren Raum nach *G* destillirt.

Auf diese Weise wurde das Barometergefäss mit Quecksilber und der zu untersuchenden Flüssigkeit beschickt; wiederum wurde trockene Luft in den Apparat gelassen und der Helm *H* gelöst, das Trichterrohr entfernt, s, s_1, s_2 mit dem Zapfen aus dem Stutzen *t* entfernt und der letztere durch einen gewöhnlichen Kork, jedoch ebenfalls unter Quecksilberdichtung, verschlossen. Indessen war auch *G* aus dem Sandbade entfernt worden; wiederum wurde *H* aufgepasst, von neuem nach Möglichkeit evakuirt und die Flüssigkeit in *G* erhitzt. Das nur durch einen Gummischlauch mit *S* verbundene Gefäss war nun frei beweglich und konnte durch Neigen und Drehen so gewendet werden, dass die heisse Flüssigkeit an allen Stellen mit den bisher von Quecksilber bedeckten Glaswandungen in Berührung kam; dabei zeigte es sich, dass, obwohl das Quecksilber in das luftleere und heisse Gefäss hineindestillirt worden war, doch noch ganze Ströme von adsorbirter Luft von den Wänden sich lösten, sobald dieselben mit der heissen Flüssigkeit in Berührung kamen. Das Gefäss wurde so lange in der Weise bebehandelt, bis nirgends mehr Luftblasen sich zeigten, dann wurde dasselbe wieder aufrecht gestellt und die Flüssigkeit noch mehrfach bis zum Aufkochen erhitzt.

d) **Das Einführen des Barometers.**

Vorher schon war das Barometerrohr von dem Destillationsapparat (Tafel 3) abgeschnitten, nun wurde durch einen sorgfältigen Feilenstrich der Fortsatz des Barometerrohres gerade an der Biegung *a* so absprengt, dass eine Oeffnung parallel der Längsachse des Barometerrohres sich bildete.

Wiederum wurde trockene Luft in das Gefäss *G*

eintreten gelassen; um dabei ein Zurücktreten von etwa nach *S* überdestillirter Flüssigkeit in *G* zu verhindern, war dem Stutzen *f* am Helm *H* die Kugel *k* vorgeblasen. War *G* mit Luft gefüllt, so wurde wiederum *H* gelöst, das für den Quecksilberverschluss dienende abgesprengte Becherglas entfernt und *G* in der Weise geneigt, dass der Schlitz *a*, *b*, *c* nach unten gerichtet war; die Verengung am Halse von *G* verhinderte ein Ausfliessen des Quecksilbers und der darauf schwimmenden Flüssigkeit. Das Barometerrohr, das man auch aussen vorher auf das sorgfältigste gereinigt hatte, wurde in fast wagerechter Lage in das Gefäss eingeschoben, was durch den Schlitz *a*, *b*, *c* erleichtert wurde. Die durchsichtige Flüssigkeit erlaubte es, genau zu beobachten, ob etwa Luftbläschen noch an der Oeffnung des Barometers hafteten; zum Ueberfluss wurde das Quecksilber im Barometer noch leicht erwärmt, so dass dasselbe eine Kuppe bildend aus der Oeffnung heraustrat; war das geschehen, und lehrte der Augenschein, dass keine Bläschen hafteten, so wurde das Barometer weiter, und bis unter das Quecksilber, geschoben und beides, Gefäss und Barometer aufgerichtet.

Noch einmal wurde die Flüssigkeit bis zum Sieden erhitzt, worauf das Barometer soweit gehoben wurde, dass seine Oeffnung eben über das Niveau des Quecksilbers emportauchte, und auf diese Weise langsam und vorsichtig die gewünschte Menge Flüssigkeit in das Rohr eintreten gelassen. Diese Art des Füllens bietet den Vorteil, dass das Barometer weder mit Luft in Berührung kommt, noch dass in irgend einer Weise ein zum Einfüllen der Flüssigkeit nötiges Glasrohr, das immer Luft mitführen kann, unter dasselbe geschoben zu werden braucht; und weiter besitzt man an der in dem Gefäss zurückbleibenden Flüssigkeit, die mittelst eines

Hebers abgenommen wird, solche, die absolut identisch mit der auf dem Barometer befindlichen sein muss.

Die in der Beschreibung sich etwas umständlich ausnehmende Methode bietet in der Ausführung keinerlei Schwierigkeiten und lässt sich einfach schnell und sicher handhaben.

Man hätte sich wohl der Hoffnung hingeben können, dass auf diese Weise absolut luftfreie Barometer herzustellen gelungen wäre, und dennoch war das, wie wir schon bemerkten, nicht der Fall; nicht etwa mit eingeführte Luft, auch nicht vom Quecksilber oder von der Flüssigkeit absorbirte Luft war es, die sich störend geltend machte, sondern die an den Glaswandungen des Barometerrohrs haftende, die adsorbirte Luft, konnte auch mit der grössten Mühe nicht entfernt werden, trotzdem die Röhren nach Angaben von Warburg und Ihmori[1]) vorher auf das Sorgfältigste mit Wasser ausgekocht waren.

Es war bemerkt worden, dass beim Durchleiten des electrischen Stromes sich stets ein Teil der an den Wandungen haftenden Luft löste, deren Auftreten bei der angewandten Quecksilberpumpe aufs deutlichste zu bemerken war; es wurde deshalb versucht auf diesem Wege diese adsorbirte Luft vollkommen zu entfernen; zu dem Zweck wurde in das Barometerrohr eine Electrode eingeschmolzen und als zweite die eine, eines der Pumpe aufgeschmolzenen Geisler'schen Rohres benutzt, und dann durch den evakuirten Apparat, in dem sich etwas Quecksilber befand und der seiner ganzen Länge nach auf 300° erhitzt war, ein starker Strom geleitet. Sowie der Strom geschlossen war, traten Luftbläschen

---

[1]) Warburg und Ihmori, Wiedemann Annal. Bd. 27. 1886, pag. 487.

auf, die in dem Fallrohr der Pumpe sichtbar wurden; bei andauerndem Pumpen wurden sie allmählich geringer und verschwanden endlich ganz, das Pumpen wurde unterbrochen und der Strom geöffnet; nach einiger Zeit wurde von Neuem geschlossen, und wieder zeigten sich die Luftblasen, ohne dass nach mehrtägigem Vorgehen auf diese Weise eine Aenderung erzielt werden konnte. Durch einen besonderen Umstand veranlasst, hing ein Mal ein solches Rohr mehr als sechs Wochen beständig evakuirt und auf 300° Grad erhitzt an der Pumpe, täglich wurde einige Male gepumpt, ohne dass sich irgend welche Blasen, die auf eine kleine Undichtigkeit hätten schliessen lassen, zeigten. Als nach dieser Zeit wiederum der Strom durchgeleitet wurde, traten ganz in der gleichen Weise die Luftbläschen wieder auf; es hatte also die so lange fortgesetzte Erhitzung auf 300° wie auch das immer wiederholte Pumpen nicht genügt, die Luft völlig von den Wandungen zu lösen.

Wir vermögen natürlich nicht zu sagen, ob unsere Auffassung, dass diese Erscheinung auf adsorbirte Luft zurückzuführen sei, die richtige ist; auf die vielen Versuche, die wir nach der Richtung hin gemacht haben, einzugehen, ist hier auch nicht der Platz. Wir müssen also die Frage zunächst offen lassen und wollen nur behauptet haben, dass nach unseren Erfahrungen die gegebene Erklärung das Meiste für sich zu haben scheint. Soviel aber darf doch mit Sicherheit als aus dem Gesagten hervorgehend angesehen werden, *dass es auf diese Weise nicht möglich ist, völlig luftfreie Barometer zu machen.* Da es uns also nicht gelungen ist, die adsorbirte Luft vor dem Einführen der zu untersuchenden Flüssigkeit aus dem Barometerrohr zu entfernen, und da sich dieselbe bei Berührung der Wandungen mit der Flüssigkeit — wir haben schon oben darauf hinge-

wiesen, sei es nur zum Teil oder sei es ganz, das wissen wir nicht — löste, und alsdann eine Fehlerquelle für die Messungen abgab, so musste darauf Bedacht genommen werden, dieselbe noch nach dem vollständigen Beschicken der Barometer aus der Vakuumkammer zu entfernen. Um das zu erreichen, war dem Barometerrohr der schon oben beschriebene kugelförmige Fortsatz *u* angeblasen worden.

War das Barometer mit Quecksilber und Flüssigkeit gefüllt, so wurde dasselbe etwa 24 Stunden stehen gelassen, um den an den Wänden langsam heraufkriechenden Luftbläschen Gelegenheit zu geben, in die Kammer zu gelangen. Zeigten sich keinerlei neue Bläschen mehr, so wurde das Barometer so weit geneigt, dass die Flüssigkeit fast bis an die Verengung *v* oberhalb *a* stand, so dass damit der grösste Theil der angesammelten Luft nach *u* gedrängt wurde; darauf wurde mit einer feinen Stichflamme *u*, bei *v*, von *A B* abgeschmolzen, und damit die Hauptmasse der nachträglich noch eingedrungenen Luft aus der Vakuumkammer entfernt, ohne dass dieselbe noch einmal hätte geöffnet werden müssen. Auf diese Weise wurden die Barometer für die Messungen endgültig hergestellt.

e) **Die Quecksilberluftpumpe.**

Weiterer Auseinandersetzung bedarf es wohl nicht, dass die Erfindung der hahnlosen Töpler'schen Pumpe auf diesem Gebiet einen Fortschritt bedeutet, der nicht wohl geringer angeschlagen werden darf, als seiner Zeit Hermann Geisler's Erfindung der Quecksilberluftpumpe gegenüber den bis dahin allein gebräuchlichen Stiefelluftpumpen. Die verschiedenen und von verschiedenen Seiten angebrachten Verbesserungen, wie das Vermeiden der Schliffe, oder das zuerst von Bessel-Hagen [1]) auf

[1]) Bessel-Hagen, Wiedemann Annal. Bd. 12. 1881. pag. 425.

S
M
r
d'
d
b
g
h Zum Apparat
q
c
K
L
a
p
t
z
R
$CaCl_2$
u
k
m
l
n
T
v
h
g
d'
d
b
r
c
q
c
K
L
s
a
p
t
R
u
k
m
l
n

die Töpler'sche Pumpe übertragene, die Kugel seitlich umklammernde Rohr, das die Stösse des luftgetragenen Quecksilbers wesentlich bricht, und nicht weniger die neuerdings, wir wissen nicht auf wessen Angabe hin, am oberen Ausgang der Kugel angebrachte Erweiterung, haben zwar der Pumpe einen wesentlichen Teil ihrer Zerbrechlichkeit genommen; immerhin ist dieselbe auch noch in heutiger verbesserter Gestalt ein Instrument, das man ungeübteren, jüngeren Fachgenossen nur mit einer gewissen Zaghaftigkeit anvertraut, zumal die Pumpe, wenn sie einmal zerbrochen ist, meist nur von der kundigen Hand eines geübten Glasbläsers und nicht im Laboratorium selbst geflickt werden kann.

Aber auch für den Geübteren bietet das Arbeiten mit der Pumpe mancherlei Unbequemlichkeiten; das Heben und Senken des schweren Quecksilbergefässes mit dem ununterbrochenen Drehen der Kurbel, das Klappern der Sperrvorrichtung u. s. w. machen das Arbeiten unerfreulich. Dazu klemmt sich beim Herunterlassen des Quecksilbers gern der weite Gummischlauch, so dass man denselben meist in Akrobatenstellung mit einem Fuss zu winkelloser Rundung dirigiren muss. Ebenso ist das Reinigen, und nur bei makelloser Reinheit kann die Höhe der Leistungsfähigkeit erreicht werden, ein langwieriges und für den Bestand der Pumpe nicht unbedenkliches Geschäft; auch macht die Menge des anzuwendenden Quecksilbers, wie der Preis des Apparates selbst das Arbeiten damit kostspielig; und weiter nimmt das Evakuiren jedes einigermassen grösseren Apparates ziemlich lange Zeit in Anspruch.

Alle diese aus dem täglichen Gebrauch mehrerer Exemplare geschöpften Ausstellungen besagen ja über den tatsächlichen Wert des Instrumentes nichts — der-

selbe bleibt dadurch ganz unangefochten — sie bezeichnen nur kleine Mängel, die in ihrer Gesammtheit es aber doch wünschenswert erscheinen lassen, ein anderes Instrument zu besitzen, das bei gleicher Leistungsfähigkeit die gerügten Mängel nicht zeigt.

Neben dem Verdrängungsprincip, wie es in der Geisler'schen und der Töpler'schen Pumpe zur Anwendung gelangt, ist seit längerer Zeit schon ein anderes, das des eigentlichen Aussaugens durch fallende Flüssigkeiten, in Gebrauch, wie dasselbe in der bekannten Bunsen'schen[1]) kleinen Filtrirvorrichtung, wo die fallende Säule einer zu filtrirenden Flüssigkeit direct am Trichter selbst saugt, oder das aus einer hoch in eine tieferstehende Flasche fallende Wasser zum Saugen benutzt wird, angewendet wurde. Für die Herstellung von eigentlichen Luftpumpen ist dieses Princip, und zwar schon vorher von Sprengel[2]), sowohl für Wasser als auch für Quecksilber benutzt worden.

Die Vorzüglichkeit der Sprengel'schen[3]) Wasserluftpumpen ist allgemein anerkannt, wir haben hier von diesen nicht weiter zu sprechen; anders ist es mit der Quecksilberluftpumpe. Wie Bessel-Hagen[4]) das ganz richtig sagt, gestattet zwar die Sprengel'sche Quecksilberluftpumpe der Theorie nach jede beliebige Verdünnung zu erreichen, jedoch hat sie einen grossen Uebelstand, den übrigens Sprengel[5]) selbst schon betont; bei dem Versuch nämlich, auch nur einigermassen schnell zu arbeiten, staut sich das Quecksilber im Fallrohr, und

---

[1]) Bunsen, Liebig, Annal. Bd. 148. 1868, pag. 269.
[2]) Sprengel, London, Chem. Soc. Journ. Bd. 3. 1865, pag. 9.
[3]) Sprengel, Annal. Chem. u. Pharm. Bd. 167. 1873. pag. 62.
[4]) a. a. O. pag. 426.
[5]) London, Chem. Soc. Journ. Bd. 3. 1865, pag. 15.

damit ist die Wirksamkeit der Pumpe unterbrochen; um dies zu vermeiden, muss stets sehr langsam gearbeitet werden, wobei das Evakuiren so langsam nur fortschreitet, dass die Pumpe für die Praxis nicht wohl verwendbar ist.

Von Babo[1]) und Gimmingham[2]) haben nicht ohne einigen Erfolg versucht, diesen Uebelstand zu heben, jedoch dabei ihren Apparaten einen so hohen Grad von Zerbrechlichkeit erteilt — Gimmingham z. B. erreicht seinen Zweck durch Anwendung mehrerer Fallrohre — dass auch der verbesserte Apparat für die Praxis sich wenig eignet.[3])

Bei dem Apparat, den wir weiter unten eingehend beschreiben werden, sind die Mängel sowohl der Töpler'schen als auch der Sprengel'schen Anordnung zu vermeiden versucht worden. Die Pumpe ist klein und handlich, wenig zerbrechlich und billig, gebraucht sehr wenig Quecksilber und ist so einfach konstruirt, dass jeder nicht ganz ungeübte Praktikant, etwa mit Ausnahme des Luftfanges, den man besonders beim Glasbläser beziehen kann, sie sich selbst vor der Lampe blasen kann, und arbeitet bei richtig gewählten Verhältnissen noch dazu erheblich schneller wie die Töpler'sche Pumpe.

Das Princip ist das der Sprengel'schen Pumpe, durch fallendes Quecksilber wird die Luft mitgerissen.

---

[1]) v. Babo Ber. d. Naturf. Ges. z. Freiburg i/B. Bd. 7. 1880. pag. 350.

[2]) Gimmingham, Roy. Soc. Proc. Bd. 25. 1877. pag. 396.

[3]) Eine nicht unvollständige, wenn auch etwas gefärbte Geschichte der Quecksilberpumpen giebt Sylvanus P. Thompson, The developement of the Mercurial Air-Pump. London 1888 E. and F. N. Spen.

Dem Zuflussrohr des Quecksilbers ist ein Rohrstück eingeschmolzen, dessen Durchmesser um ein weniges geringer als der des Fallrohrs gewählt ist; dadurch wird es vermieden, dass das Quecksilber im Fallrohr sich staut, es kann also beliebig schnell gearbeitet werden und ist damit der hauptsächlichste der in der Sprengel'schen Anordnung bedingten Fehler, das langsame Fortschreiten des Evakuirens, gehoben.

Die Pumpe, Tafel 10, ganz aus Glas gefertigt, besteht aus dem eigentlichen Pumpenkörper *K*, vom äusseren Durchmesser 24 mm. bei etwa 1,5 mm. Wandstärke und 95 mm. Gesammtlänge; etwa 60 mm. über dem unteren Ende desselben mündet spitzwinklig bei *c* das knieförmig gebogene Zuleitungsrohr *c d'* ein, das aus gewöhnlichem Biegerohr von ± 9 mm. äusserem Durchmesser hergestellt ist und bis zur Biegung eine Länge von etwa 100 mm. hat; demselben ist etwa 40 mm. von der Ausmündung bei *d* das schon erwähnte engere ± 30 mm. lange, etwa 2 mm. im Lichten weite Einströmungsrohr *d, f* eingeschmolzen; *a, b* trägt oben bei *b* das rechtwinklig abgebogene Rohr *g, h*, an welches bei *h* der auszupumpende Apparat angeschmolzen werden kann. Oberhalb *g* ist noch ein abgekürztes Manometer *M* aufgesetzt und weiter seitlich noch ein Geisler'sches Rohr *S*, das als Vakuumprüfer zu dienen bestimmt ist; letztere beiden Vorrichtungen sind natürlich nur von nebensächlicher Bedeutung. Bei *a* führt aus *k* das 1250 mm. lange, etwa 3,5 mm. im Lichten weite, Fallrohr in die weithalsige etwa 45 mm. im Durchmesser haltende Vorlegeflasche *k, l*, die bei *m* das nach unten gebogene Abflussrohr *m, n* trägt. Das Rohr *c, d'* ist mittelst eines dickwandigen Gummischlauches mit dem Durchmesser 12 mm. bei 4 mm. Wandstärke (sog. Pumpenschlauch) mit dem etwa 300 ccm. haltenden Quecksilberreservoir

von bekannter Form verbunden, welches auf einem beweglichen Holzschlitten aufsitzt. Das ist die ganze Pumpe.

Von welcher ausserordentlichen Bedeutung für die Schnelligkeit des Evakuirens die Länge des Fallrohres ist,[1]) möge die Mitteilung der beiden folgenden Versuche lehren; es wurde in beiden Fällen ein Kolben von 250 ccm. ausgepumpt und in beiden Fällen das Reservoir *R* auf der gleichen Höhe gehalten, nur die Länge des Fallrohres war durch Anschmelzen eines Glasstückes verändert worden.

Versuch I.

Länge des Fallrohres 920 mm.
4^h 8^m Apparat Luft gefüllt
5^h 35^m Barometer oben 744,5
„ unten 5,0
Luftdruck 739,2 739,5

Zeitdauer 87 Min. Druck im Apparat 0,3 mm.

Versuch II.

Länge des Fallrohres 1240 mm.
2^h 47^m Apparat Luft gefüllt
3^h 09^m Barometer oben 745,0
„ unten 6,0
Luftdruck 739,2 739,0

Zeitdauer 22 Min. Druck im Apparat 0,2 mm.

Bei einer Verlängerung des Fallrohres um 320 mm. wurde die Leistungsfähigkeit des Apparates in Betreff der Zeitdauer also um das Vierfache gesteigert, bei

---

[1]) Es ist diese Tatsache verwunderlicher Weise bisher immer übersehen worden, wir fühlen uns um so mehr veranlasst dieselbe hier zu betonen und mit Beispielen zu belegen.

einer noch weiter gehenden Verlängerung kann zwar noch etwas an Zeit gewonnen werden, jedoch verliert der Apparat dabei so viel an Handlichkeit, dass der Vorteil dadurch aufgewogen wird.

Wie wir schon oben sagten, macht Bessel-Hagen [1]) die richtige Bemerkung, dass der Theorie nach bei Pumpen nach dem Sprengel'schen Princip jeder beliebige Verdünnungsgrad zu erreichen sei, vorausgesetzt nur, dass das Quecksilber, welches stets von Neuem das Fallrohr der Pumpe durchfliesst, nicht selbst etwa kleine Mengen von Luft aus der Atmosphäre mitfortreisst und in die zu entleerenden Räume zurückführt.

Diese Bemerkung ist vollauf berechtigt.[2]) Das Quecksilber, das beim Pumpen stets von einer k, l vorgelegten Flasche in das Reservoir R zurückgegossen werden muss, ist stets etwas lufthaltig, und es würde nicht möglich sein einen sehr weitgehenden Verdünnungsgrad

---

[1]) a. a. O. pag. 426.

[2]) Das Gleiche gilt bis zu einem gewissen Grade übrigens auch für die Töpler'sche Pumpe. — Die von Bessel-Hagen angegebene Anordnung, nach der das Ausflussrohr erweitert und wieder nach oben umgebogen wird, können wir auch nicht für besonders glücklich halten, zum Mindesten wird durch diese Einrichtung, bei der das Quecksilber recht eigentlich mit der ausgetriebenen Luft durchwaschen wird, die Operation des Auspumpens erheblich verlangsamt. Wir haben diese Anordnung seit Langem durch eine Vorlegeflasche, von der auch bei unsern Pumpen gebrauchten Form, ersetzt und giessen das Quecksilber durch einen spitz ausgezogenen Trichter, der unter das Quecksilber des Reservoirs taucht, in dasselbe zurück, etwa nöthige Trockenvorrichtungen sind leicht anzubringen. Diese Anordnung hat den weiteren Vorteil, dass das Quecksilber das Ausflussrohr immer nur in einem Sinne durchströmt und nicht Gelegenheit findet, wie das sonst bei hochgradiger Verdünnung so gern der Fall, bei rückläufiger Bewegung die letzten kleinen Luftbläschen wieder mit in die Pumpe zurückzureissen.

zu erreichen, wollte man die Pumpe in der Form, wie wir sie bisher beschrieben haben, anwenden. Es musste also dahin gestrebt werden, Einrichtungen anzubringen, die nach Möglichkeit ein Berühren des Quecksilbers mit Luft ausschliessen. Diese sollen in Nachstehendem beschrieben werden.

Zunächst wurde dem Einflussrohr *c, d'* noch ein Luftfang vorgesetzt; dieser Luftfang [1]) *L*, dessen Gesammtlänge *o, p* ± 150 mm. beträgt, besteht ebenso wie der Pumpenkörper aus einem etwa 24 mm. weiten Glasrohr, dessen oberes Fünftel etwas aufgeblasen ist und seitlich bei *q* ein engeres etwa 4 mm. im Querschnitt messendes, zur Spitze ausgezogenes dünnwandiges Rohr *q, r* trägt, die beiden anderen Fünftel sind behufs Ueberstreifen des Gummischlauches erheblich zusammenfallen gelassen, doch nicht mehr als bis zur Weite des Zuleitungsrohres. In dem oberen, weiteren Theil von *l* ist conaxial ein ebenfalls der Weite des Zuleitungsrohres entsprechendes Rohr eingeschmolzen, das etwa 75 mm. lang ist und an seinem unteren Ende bei *s* rund hakenförmig nach oben gebogen ist. Durch diese Einrichtung wird das Quecksilber gezwungen auf seinem Wege eine rückläufige Bewegung zu machen, wodurch ihm Gelegenheit geboten ist, sich von der mitgeführten Luft, soweit es sich nicht um

---

[1]) Die angegebene Form des Luftfanges rührt nicht von uns her, dieselbe wurde uns auf der Heidelberger Naturforscher-Versammlung von einem unserer, wenn wir nicht irren, russischen Freunde empfohlen und hat sich durchaus bewährt, die früher von uns angewandten Formen waren entschieden minderwertig, ebenso die von Crookes gebrauchten; leider vermögen wir nicht mehr den Namen desjenigen zu nennen, der uns denselben angerathen hat und bedauern wir es lebhaft den Ruhm diese wirklich vorzügliche Anordnung zuerst empfohlen zu haben nicht dem zuweisen zu können, dem er gebührt.

absorbirte Luft handelt, zu trennen; da die erstere meist an den Wänden entlang kriecht, so wird dieselbe in dem oberen, weiteren Teil aufgehalten und gesammelt.

Neben dem Anbringen des zum Vermeiden des Eindringens der mitgeführten Luft dem Pumpenkörper vorgeblasenen Luftfanges war noch darauf Rücksicht zu nehmen, dass auch sonst das Quecksilber möglichst wenig mit Luft in Berührung kam, was an zwei Stellen geschehen konnte, einmal beim Uebergang von *k, l* in die vorgelegte Flasche *T*, und zweitens beim Uebergiessen aus dieser Flasche in das Reservoir *R*.

Es war deshalb auf *R* ein Trichterrohr *t, u* aufgesetzt, dessen unteres Ende unter das Quecksilber tauchte und bei *u* hakenförmig so umgebogen war, dass es sich seitlich öffnete. Wäre es einfach gerade nach unten auslaufend gelassen, so wäre zu befürchten gewesen, dass etwa mitgerissene Luft besonders leicht in den Gummischlauch und damit in den Luftfang gelangen konnte; so aber floss das eingegossene Quecksilber mit einer geringen Richtung nach oben an die Wand von *R* und hatte dabei Gelegenheit, die Luft abzugeben.

Das Ausflussrohr *m, n* der vorgelegten Flasche *k, l* war so lang gewählt, dass es wiederum zur Verhütung von Luftzutritt bis auf den Boden von *T*, also ebenfalls unter Quecksilber, tauchte. Dadurch wurde aber, da man des schnelleren Arbeitens wegen stets mit zwei Vorlegeflaschen *T* arbeitete, das Wechseln derselben erschwert; um diesen Mangel zu heben wurde *T* nicht auf den Boden, sondern auf eine bewegliche Klappe gestellt, die um eine Achse drehbar auf der andern Seite einen Dorn trug, auf dem als Gegengewicht ein bewegliches Bleigewicht festgeschraubt werden konnte; dasselbe wurde so gestellt, dass es der mit Quecksilber gefüllten Flasche *T* eben das Gleichgewicht hielt.

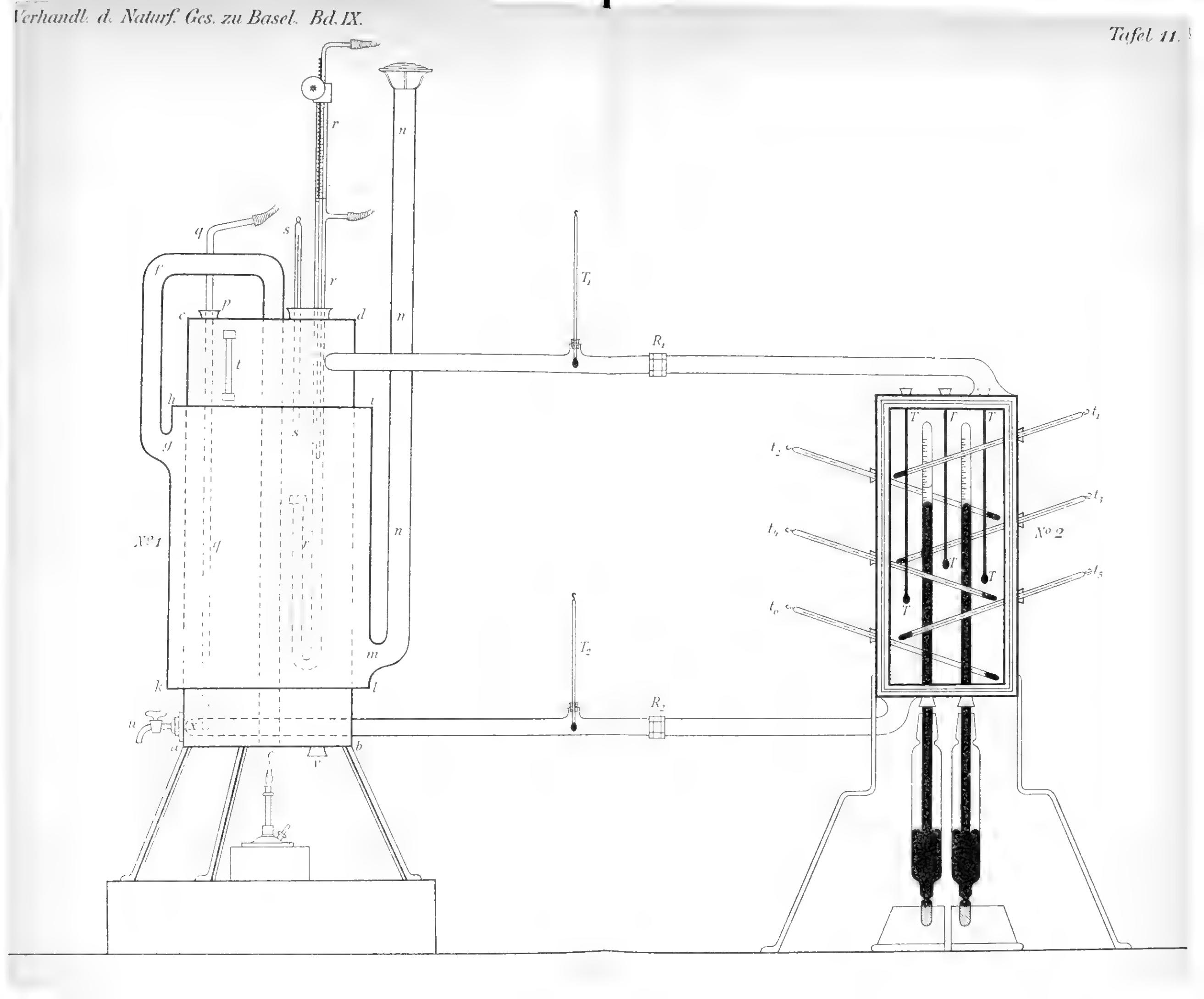
Sollte die Pumpe in Tätigkeit gesetzt werden, so wurde, nachdem die Pumpe gut getrocknet war, Quecksilber in das Reservoir getan, der Luftfang bei *r* geöffnet und der Schlitten, auf dem *R* sass, so weit als möglich in die Höhe gehoben; *R* wurde dann mit freier Hand noch weiter angehoben bis fast alle Luft aus dem Luftfang durch *r* ausgetrieben war. Um das möglichst vollkommen zu können, darf das Rohr *q r* nicht höher reichen als die Biegung des Zuflussrohrs bei *d'*, wie das in der Zeichnung der Glasteile auf Tafel 10 dargestellt ist. — In der Hauptansicht der ganzen Pumpe auf derselben Tafel ist das unrichtig angegeben. — Dann wurde der verbindende Gummischlauch mit einer Klemme geschlossen, *R* wieder auf den Schlitten gesetzt und der Luftfang bei *r* zugeschmolzen. Auf die gleiche Weise wird auch, wenn sich bei längerem Gebrauche zu viel Luft angesammelt hat, dieselbe wieder aus dem Luftfange entfernt. Ist der Luftfang mit Quecksilber gefüllt, so kann man entweder mit einer Wasserpumpe vorpumpen, oder direkt mit der Quecksilberpumpe selbst arbeiten. Soll das Erstere geschehen, so ist vorher zwischen *g* und *h* ein Stutzen anzublasen, der einen Hahn[1]) trägt, welcher, hat die Wasserpumpe ihren Dienst geleistet, geschlossen wird; dann ist nur nötig die Klemme am Gummischlauch zu lösen, und das Spiel der Pumpe beginnt von selbst. Soll der Gebrauch einer Wasserpumpe vermieden werden, so muss, wenn der Luftfang gefüllt ist, *R* wieder mit freier Hand möglichst hoch gehoben werden; dann wird die Klèmme am Schlauch geöffnet, und das Quecksilber strömt mit grosser Gewalt in den Pumpenkörper und reisst beim Fallen so viel Luft mit, dass bei nicht

---

[1]) Ueber absolut dichte Hähne mit Quecksilberverschluss wird weiter unten noch Mitteilung gemacht werden.

zu grossen Apparaten ein etwa zweimaliges Ueberschütten des in *T* gesammelten Quecksilbers genügt, ein Vakuum zu erreichen, das dem mit der Wasserpumpe erzielten entspricht. Das Reservoir *R* wird wieder auf den Schlitten gesetzt und nun so regulirt, dass die Pumpe ihre grösste Leistungsfähigkeit erreicht; dieselbe ist nicht für alle Apparate ganz gleich, sie hängt ab von dem Druck, mit dem das Quecksilber durch das eingeschmolzene Rohr *d, f* fliesst, ist aber für jedes Exemplar leicht festzustellen; der verschiebbare Schlitten erleichtert die Aufgabe. Ist der Punkt gefunden, so wird in der Weise weiter gepumpt, dass, wenn die eine Vorlegeflasche *T* gefüllt ist, der Pumpende dieselbe mit der einen Hand festhält, mit der andern Hand die zum Wechseln bereite, zweite Flasche ergreift und mit derselben einen leisen Druck auf die bewegliche Klappe ausübt; dieselbe giebt nach, senkt sich, und erlaubt, die gefüllte Flasche ohne sie zu neigen, unter *n* fortzuziehen; gleichzeitig wird die zweite Flasche unter *n* geschoben, was durch den löffelförmigen Fortsatz *v* am Hals derselben erleichtert wird, die gefüllte Flasche wird langsam gehoben, die Klappe giebt wiederum nach, und ohne dass das Pumpen unterbrochen worden ist, und ohne dass ein Kügelchen Quecksilber dabei verloren gegangen, ist der Wechsel geschehen. *T* wird durch *t, u* in *R* entleert und ist zu neuem Austausch bereit. Die ganze Operation kann vollzogen werden, indem der Pumpende auf einem Schemel vor dem Apparate sitzt.

Mit dieser Pumpe sind die früher beschriebenen Apparate und Barometer luftleer gepumpt worden, es war deshalb von Interesse zu erfahren, ein wie weit getriebenes Vakuum mit dieser einfachen Vorrichtung erreicht werden konnte; wir wählten dazu die volumetrische Methode. Das zusammen zu pressende Volumen



Nº 1
Nº 2
T_1
T_2
R_1
R_2

betrug 300 ccm.; dasselbe wurde bis auf 0,01 ccm. zusammengepresst; der Druck, unter dem dasselbe dann stand, betrug 0,5 mm.

Bezeichnen wir mit P den unbekannten zu ermittelnden Druck, der in dem Apparat herrschte, mit p den abgelesenen Druck von 0,5 mm., mit v das zusammengepresste Volumen von 0,01 ccm., mit V das ursprüngliche Volumen von 300 ccm., so ist offenbar:

$$P.\ V = p.\ v$$

$$P = \frac{p.\ v}{V}$$

$$P = \frac{0,5}{100.\ 300}$$

$$P = \frac{0,5}{30000}$$

Es war also mit der Pumpe eine Verdünnung bis auf 0,000015 mm. = $^1/_{50}$ Milliontel Atmosphäre erreicht worden.

Bei den Bestimmungen der Dampfspannkraft mittelst der statischen Methode ist es eine der Hauptaufgaben, darauf zu denken, dass die Barometerkammern in ihrer ganzen Länge vollkommen gleichmässige Temperatur haben, das zu erreichen wurde in dem, in Folgendem beschriebenen

f) Apparat für Tensionsbestimmungen

versucht.

Bei physikalischen Arbeiten ist es in neuerer Zeit, und das mit Recht, gebräuchlich, bei Herstellung eines Apparates, in dem irgend ein Körper einer möglichst gleichmässigen Temperatur ausgesetzt werden soll, darauf Bedacht zu nehmen, dass nicht der Körper selbst

direkt durch Erhitzung, sondern dass vielmehr in einem Vorheizkasten Flüssigkeit auf die gewünschte Temperatur gebracht wird, und durch Strömung dann die Wärme dem Untersuchungsobjekt zugeführt werde; derart haben z. B. Henrichsen,[1]) Roth[2]) und Chappuis[3]) gearbeitet. Auch der von uns angewandte, in Tafel 11 dargestellte Apparat, war nach dem gleichen Princip konstruirt und bestand im wesentlichen aus 2 Teilen, dem Vorheizkasten N° 1 und dem kupfernen Wasserbade N° 2, welche beide durch eine doppelte, mittelst Messingverschraubung zusammengehaltene, kupferne Rohrleitung R_1 und R_2 von je dem Durchmesser 5 cm. und einer Länge von etwa 140 cm. verbunden waren. Den Vorheizkasten N° 1 stellte ein oben und unten geschlossener Cylinder *a, b, c, d* vom Durchmesser 35 cm. und der Höhe 70 cm. dar, in dessen Achse ein offenes Heizrohr *e, f* vom Durchmesser 6 cm. eingelötet war, das nach doppelter Biegung bei *g* in den umhüllenden Blechmantel *h, i, k, l* mündete, um bei *m* als Abzugsrohr denselben wieder zu verlassen. Auf dem oberen Deckel *c, d* des Cylinders waren 2 Stutzen aufgelötet, von denen der weitere *o* einen Thermoregulator *r*, der weiter unten noch zu beschreiben ist, und das Thermometer *s* trug, während durch den zweiten Stutzen *p* ein weiteres Glasrohr *q* bis fast auf den Boden geführt war. Ausserdem trug der Cylinder noch einen Wasserstandsanzeiger *t* und einen Abflusshahn *u*, dazu noch am Boden zum völligen Entleeren den Ablauf *v*. R_1 verlässt oben, vorn, rechts bei *w*, R_2 unten, hinten, links bei *x* N° 1, und mündet R_1 wiederum oben, vorn, rechts und R_2 unten, hinten,

[1]) Henrichsen, Wiedemann Annal. Bd. 8. 1879, pag. 87.
[2]) Roth, ebenda. Bd. 11. 1880, pag. 8.
[3]) Chappuis, ebenda. Bd. 12. 1881, pag. 167.

links in N° 2; R_1 und R_2 trugen noch in je einem aufgelöteten Stutzen die Thermometer T_1 und T_2.

N° 2, das kupferne Wasserbad, wurde in zwei verschiedenen Formen, α für die Vorversuche, β für die definitiven Bestimmungen, angewandt. Der Einfachheit wegen haben wir, da die Dimensionen bei beiden die gleichen waren, beide auf einer Zeichnung vereinigt.

N° 2 α war eine kupferne Säule von quadratischer Grundfläche mit der Seitenlänge 18 cm. und der Höhe 40 cm., von allen Seiten geschlossen, die oben und unten an angegebener Stelle die festgenieteten Rohrleitungen R_1 und R_2 trug, dazu auf der rechten und linken Seite je 3 Stutzen zum Einführen von 6 Thermometern. Diese Stutzen waren in der Weise angeordnet, dass die Temperatur nicht nur, wie aus der Zeichnung ersichtlich, in verschiedenen Höhen, sondern auch durch wechselständige Anordnung von t_1, t_3, t_5 wie von t_2, t_4, t_6, sowohl im vorderen als im hinteren Teile des Apparates je an 3 Stellen gemessen wurde.

Bei den endgültigen Bestimmungen mit N° 2 β fehlten die sechs seitlichen Stutzen mit den Thermometern, die vordere und die hintere Kupferwand war durch zwei zwischen Messingrahmen und Gummipackung — letztere war, um ein Ankleben derselben beim Erwärmen an die Messingrahmen zu verhindern, von denselben durch Packpapiereinlagen getrennt — je mit 20 Flügelmuttern festgehaltene Spiegelscheiben ersetzt. In der Diagonale der Decke waren drei ebenfalls zur Einführung von Thermometern dienende Stutzen angebracht, während der Boden in der von rechts nach links laufenden Halbierungslinie deren zwei weitere, zur Einführung der Barometer bestimmte, trug.

Aus dem Vorstehenden geht hervor, dass wir das Princip strömender Flüssigkeit, um im ganzen Beobach-

tungsraum eine gleichmässige Temperatur zu erzielen, anwandten; die folgenden aus einer grösseren Reihe von Versuchungen gewählten Beispiele mögen beweisen, dass das Strömen allein nicht genügt, den gewünschten Zweck zu erreichen.

Die 6 Thermometer zeigten des Morgens, nachdem der Apparat während der Nacht mit Wasser gefüllt gestanden hatte, folgendes an

Zeit: $8^h\ 03^m$

2. III.	t_1 =	15,6 °C.
	t_2 =	15,8 „
	t_3 =	15,6 „
	t_4 =	15,6 „
	t_5 =	15,6 „
	t_6 =	—

Es war also genügend gute Uebereinstimmung an den Thermometern und gleichmässige Temperatur im ganzen Apparat vorhanden.

Von den innerhalb der nächsten 24 Stunden erhaltenen Beobachtungsreihen wollen wir nur 3 mitteilen:

Zeit: $9^h\ 30^m$	*s* in N° 1 =	32,2 °C.	$5^h\ 20^m$	*s* in N° 1 =	68,3 °C.
2. III.	t_1 =	30,5 „	2. III.	t_1 =	67,2 „
	t_2 =	29,3 „		t_2 =	66,7 „
	t_3 =	28,3 „		t_3 =	66,6 „
	t_4 =	27,0 „		t_4 =	66,6 „
	t_5 =	26,3 „		t_5 =	66,3 „
	t_6 =	25,2 „		t_6 =	66,2 „

Zeit: $9^h\ 30^m$	*s* in N° 1 =	23,8 °C.
3. III.	t_1 =	22,7 „
	t_2 =	22,0 „
	t_3 =	22,4 „
	t_4 =	22,4 „
	t_5 =	22,3 „
	t_6 =	22,2 „

Die Zahlen zeigen uns, dass durch Strömen allein es nicht gelingt, dem ganzen Apparat eine gleichmässige Temperatur zu erteilen.

Neben dem, dem obigen Apparat zu Grunde liegenden Gedanken, das Strömen der Flüssigkeit zum Ausgleich der Temperatur zu verwenden, wurde früher besonders der gleiche Zweck durch Anwendung sogenannter Rührwerke zu erreichen gesucht. Dieselben haben aber den wesentlichen Nachteil, dass sie, da sie im Bade selbst angebracht und am besten durch ein mechanisches Triebwerk in Bewegung gehalten werden, beim Beobachten durch die fast unvermeidliche Erschütterung stören, es wurde also von der Anbringung eines solchen abgesehen.

Die gesammten Beobachtungsreihen zeigten sehr viel besser, als das aus den wenigen mitgeteilten Daten ersichtlich, dass mit Zunehmen der Temperatur die Differenzen von t_1 und t_6 geringer wurden. Es war leicht zu schliessen, dass auch durch eine mechanische Verstärkung der Strömung das Gleiche erreicht werden könnte, und in der Tat gelang es bald mit sehr einfachen Mitteln, die Temperaturunterschiede vollkommen auszugleichen.

Durch den Stutzen p in N° 1 der Tafel 10 wurde das etwa 10 mm. im Lichten weite Glasrohr q bis fast auf den Boden des Vorheizkastens derart geführt, dass die untere Oeffnung sich in nächster Nähe der Ausströmungsöffnung x von R_2 befand. Das obere Ende des Rohres wurde mit einem, sonst für die Glasbläserlampe benutzten Wassertrommelgebläse in Verbindung gesetzt und Luft hindurch gepresst. Die im Wasser aufsteigenden Luftblasen genügten vollständig, die Strömung soweit zu verstärken, dass nun eine gleichmässige, einheitliche Temperatur im ganzen Apparat erzielt wurde, wie das die folgenden Zahlen beweisen.

Vor dem Durchleiten von Luft:

Zeit: $4^h\ 0^m$	t_1	= 48,5 °C.
27. III.	t_2	= 48,4 „
	t_3	= 48,3 „
	t_4	= 48,2 „
	t_5	= 48,2 „
	t_6	= 48,1 „

Nach dem Durchleiten von Luft:

Zeit: $4^h\ 30^m$	t_1	= 48,4 °C.	$9^h\ 30^m$	t_1	= 73,9 °C.
27. III.	t_2	= 48,5 „	27. III.	t_2	= 74,0 „
	t_3	= 48,5 „		t_3	= 74,0 „
	t_4	= 48,4 „		t_4	= 74,0 „
	t_5	= 48,5 „		t_5	= 74,1 „
	t_6	= 48,5 „		t_6	— 74,0 „

Zeit: $12^h\ 30^m$	t_1	= 38,7 °C.
28. III.	t_2	= 38,8 „
	t_3	= 38,8 „
	t_4	= 38,7 „
	t_5	= 38,8 „
	t_6	= 38,8 „

Die hierbei benutzten Thermometer waren sog. Geisler'sche Normalthermometer mit $^2/_{10}$ Teilung auf Milchglasscala; diese Art Thermometer hat neben dem Vorteil leichten und schnellen Ablesens bei feineren Temperaturbestimmungen doch recht erhebliche Nachteile, welche auch das Schwanken der Ablesungen erklären.

Zu bemerken bleibt noch, dass die durch den Lufttritt hervorgebrachten Erschütterungen bei den von uns gewählten Verhältnissen des Apparates nicht in dem Masse starke sind, dass sie den Ablesungen auch mit dem Kathetometer hinderlich wären.

Um Temperaturen auch über 100° noch mit in den Bereich unserer Untersuchungen ziehen zu können, haben wir auch die Wirksamkeit des Apparates bei einer

Füllung mit Leinöl untersucht, jedoch trotz langer und eingehender Versuche mit durchaus unbefriedigendem Erfolg.

Neben der Aufgabe, die Barometerkammer ihrer ganzen Ausdehnung nach auf eine gleichmässige Temperatur zu bringen, tritt aber an den, der sich mit Tensionsbestimmungen abgiebt, noch die weitere heran, die gleiche Temperatur in dem ganzen Apparat eine Zeitlang konstant zu halten. Dazu dient ein

g) **Thermoregulator.**

Thermoregulatoren, die sich für solche Zwecke eignen, sind unter anderem besonders von Kemp,[1]) Bunsen,[2]) Reichert,[3]) Andreae,[4]) und Lothar Meyer,[5]) angegeben worden; sie beruhen auf dem Princip, dass sie sich in der die Wärme abgebenden Materie selbst befinden, und dass durch das mit wechselnder Temperatur sich ändernde Niveau der regulirenden Flüssigkeit, Quecksilber, die Gaszufuhr, und damit die Wärmezufuhr, geändert wird.[6])

Der von uns construirte Thermoregulator, Tafel 8, Fig. 2, beruht noch in Besonderem auf dem Andreae'schen Princip und schliesst sich auch der Form, die derselbe wählte, eng an; seinen Platz im Tensionsapparat giebt

---

[1]) Kemp, Chem. Gazette. London 1850. N⁰ 182.

[2]) S. Desaga, Dingler's polytechn. Journal. Bd. 143. 1857. pag. 342.

[3]) Reichert, Poggend. Annal. Bd. 144. 1872. pag. 467.

[4]) Andreae, Wiedemann Annal. Bd. 4. 1878. pag. 614.

[5]) Lothar Meyer, Deutsch. chem. Gesell. Ber. Bd. 16. 1883. pag. 1087.

[6]) Eine sehr verdienstvolle und in hohem Grade vollständige Zusammenstellung aller bisher construirten Thermostaten giebt H. Hammerl, Carl's Rep. Bd. 18. 1882.

r, r, r Tafel 11 an. Ein U-förmig gebogenes, beiderseits offenes Glasrohr trägt an seinem längeren Schenkel ein kurzes Ansatzstück, das Gasableitungsrohr *g*; dieser Schenkel ist an seinem oberen Ende durch eine Messinghülse *M* geschlossen, durch welche ein engeres, knieförmig gebogenes Glasrohr *C D* führt, das auf der oberen Hälfte seines lotrechten Schenkels eine willkürliche, gleichmässige Teilung trägt, die auf die Marke *a, b* am oberen Ende des längeren Schenkels des weiteren Rohres eingestellt werden kann. Längs der Teilung trägt *C D* eine Zahnstange, in die ein in der Messinghülse befindliches Zahnrad einpasst, das, durch die Kurbelscheibe *K* in Bewegung gesetzt, erlaubt, *C D* in jeder beliebigen Höhe leicht und genau einzustellen. Am unteren Ende trägt die Zahnstange einen mit Leder umwickelten Stempel *St*, der das U-förmige Glasrohr luftdicht abschliesst; unter demselben ist in das Gaszuleitungsrohr *C D* ein kleines Loch gebohrt, damit die Gaszufuhr auch bei völligem Abschliessen der unten schiefgeschliffenen Öffnung bei *D* nicht völlig abgeschnitten werden kann, wie das bei vielen der erwähnten Apparate auch Gebrauch. Eine federnde Falle *f*, die an der Messinghülse *M* in die Zahnlücke einpasst, hält *C D* in jeder gewünschten Stellung durchaus fest, so dass auch bei den fortwährenden Erschütterungen des ganzen Tensionsapparates die einmal gewählte Stellung inne gehalten wird.

Fig. 3, Tafel 8, giebt die Vorderansicht des Apparates wieder.

Der obere Rand des kürzeren Schenkels am U-förmigen Rohr ist ein wenig umgestülpt und wird an dieser Stelle von einem oben gewulsteten Gummiring *u* der Fig. 4, Tafel 8, umschlossen. Am besten wählt man dazu den unteren Teil eines Saugpfropfens für Kinderflaschen. Um denselben bewegt sich frei eine kräftige,

mit nach unten stehendem, vorspringendem geripptem Rand versehene Messinghülse, Tafel 3, Fig. 4. *m*, die aussen ein Gewinde trägt, über welches ein oben mit gleichartigem Rande versehener Messinghut m_2 geschraubt werden kann. Von Vorteil ist es noch zwischen beide Schenkel des U-Rohres ein, ein wenig zu grosses, an beiden Seiten rund eingefeiltes Stück Kork einzuklemmen und an dieser Stelle die Schenkel mit einem Bindedraht kräftig zusammen zu binden. Der ganze Apparat gewinnt dadurch bedeutend an Festigkeit.

Soll der Apparat in Gebrauch genommen werden, so wird derselbe bis etwa 4 cm. unter dem umgestülpten Rand mit Quecksilber gefüllt und darauf noch etwa 2 cm. der Flüssigkeit, deren Dampfspannkraftsänderung den eigentlichen Regulator abgeben soll, aufgefüllt. Das Rohr wird schräg gestellt, so dass es randvoll erscheint und in dieser Stellung ein gut passender Kork ebenfalls etwa 2 cm. weit hineingetrieben; derselbe wird am Rande gerade abgeschnitten und der Hut fest über die Messinghülse geschraubt. Dieser Verschluss hält, wie leicht einzusehen, sehr gut dicht, löst sich ohne Schwierigkeit und ist wegen des trennenden Kautschukringes für das Glas ungefährlich.

Wie ersichtlich, muss ein solcher Regulator fast für die ganze Temperaturscala zwischen dem Schmelzpunkt und dem Siedepunkt des Quecksilbers verwendbar sein. Man hat nur nötig mit den betreffenden Flüssigkeiten zu wechseln, was bei der einfachen Art des Verschlusses weder Mühe noch Zeit erfordert. Bedacht zu nehmen ist darauf, dass durch die vorliegende Quecksilbersäule der Verdampfungspunkt je nach der Ausdehnung, die man dem ganzen Apparat gegeben hat, mehr oder minder erhöht wird; es ist daher nötig, Flüssigkeiten zu wählen, deren Siedepunkt unterhalb der festzuhaltenden Tempera-

tur sich befindet, weil sonst nicht die Aenderung der Dampfspannung, vielmehr die Ausdehnung der Flüssigkeit reguliren würde.

Ist der Apparat ordnungsmässig beschickt, so gelingt es auch bei grösseren Flüssigkeitsmengen — wir arbeiteten mit 35 Ltr. Wasser — die Temperatur stundenlang auf 0,1°C. konstant zu erhalten.

Die auf dem Gaszuleitungsrohr angebrachte Teilung bietet einmal den Vorteil, dass man mit dem Wechsel der Temperatur in möglichst gleichmässigen Intervallen fortschreiten kann; und weiter, dass man unschwer eine einmal gewonnene Temperatur, was für manche Untersuchungen von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit, wieder gewinnen kann, indem man einfach auf denselben Teilstrich wieder einstellt.

Wie weit das gelingt, möge folgende Stelle aus unserem Tagebuche zeigen, die gleichzeitig für die zu erreichende Konstanz der Temperatur die Belege beibringt.

28. Juli.

$11^h\ 10^m$ =	Temperatur	84,5 °C.	Teilstrich	14.
$12^h\ 22^m$ =	„	84,5 °C.	„	14.
$2^h\ 05^m$ =	„	84,5 °C.	„	14.

Der Apparat wurde ausser Tätigkeit gesetzt, das Gasleitungsrohr auf den 0-Punkt gestellt und am andern Morgen beim Ingangsetzen des Apparats wieder auf Teilstrich 14 eingestellt.

29. Juli.

$10^h\ 0^m$	Temp.	84,4 °C.	Teilstrich	14.
$11^h\ 10^m$	„	84,4 °C.	„	14.

Es konnte also bis auf 0,1° die gleiche Temperatur durch Einstellung des Gaszuleitungsrohres mittelst Zahnstabes, Teilung und Marke wieder erhalten werden, ein bei der rohen Art der Einstellung recht befriedigendes

Resultat; vorauszusetzen ist dabei natürlich, dass in beiden Fällen der Gasdruck ziemlich der gleiche ist.

Von dem Einfluss des wechselnden Luftdruckes ist jedoch auch dieser Regulator nicht völlig unabhängig.

Wir haben in dem Vorstehenden über die Methoden und Apparate berichtet, die uns für die Tensionsbestimmungen gedient haben, und wollen nunmehr

II. die Beobachtungen

mitteilen, die in diesen Apparaten ausgeführt wurden.

Die Säuren, deren Tension nach der Methode des Herrn Landolt zu prüfen waren, sind Ameisensäure, Propionsäure, Buttersäure und Isovaleriansäure. Die sämmtlichen Säuren, wie auch alle anderen später verwendeten Stoffe, wurden in bester Qualität von C. A. F. Kahlbaum in Berlin bezogen und nach scharfem Trocknen — allerdings wurden dabei Gewaltmittel, wie Phosphorsäureanhydrid für Ameisensäure[1]), vermieden — noch einer besonderen, für jede passende Reinigung unterzogen. Ueber die Art derselben wird in jedem Falle besonders berichtet werden. Die Ablesungen am Tensions-Barometer geschahen bald mit blossem Auge, bald mit, sei es mit Fernrohr, sei es mit Augenspiegel, bewaffnetem. Die Barometerrohre waren auf dem Glase selbst geteilt, und wurde die Teilung jedesmal nach dem Gebrauch mit dem Kathetometer verglichen.

Thermometer wurden eine ganze Reihe verschiedener angewandt, und auch diese stets besonders mit den auf das Berliner Gasnormal bezogenen verglichen, so dass sich die endlichen Temperaturangaben stets darauf beziehen; auch über diese Korrektur wird bei jedem Stoffe besonders berichtet werden.

---

[1]) Vergl. hierzu Perkin, Chem. Soc. Journ. Bd. 45, 1884, p. 480 und G. C. Schmidt, Untersuchungen über die Dampfdrucke homologer Verbindungen. Zeitschrift f. physikal. Chemie. Bd. 7, 1891, p. 445.

Doch wollen wir an dieser Stelle schon die Korrektionstabelle für die 14 verschiedenen angewandten Thermometer, die teils zu den Messungen selbst, teils für den Vergleich gebraucht wurden und mit denen sämmtliche folgende Temperaturmessungen ausgeführt wurden, geben.

Tabelle 22.

Thermometercorrections - Tabelle.

N. Th. 1386.		N. Th. 817.		N. Th. 818.	
0° C.	— 0,06	50° C.	— 0,11	100° C.	+ 0,10
5	— 0,06	55	— 0,10	105	+ 0,05
10	— 0,06	60	— 0,09	110	0,00
15	— 0,07	65	— 0,08	115	— 0,05
20	— 0,07	70	— 0,07	120	— 0,10
25	— 0,08	75	— 0,06	125	— 0,15
30	— 0,08	80	— 0,05	130	— 0,20
35	— 0,09	85	— 0,05	135	— 0,25
40	— 0,09	90	— 0,04	140	— 0,30
45	— 0,10	95	— 0,03	145	— 0,35
50	— 0,10	100	— 0,02	150	— 0,40

N. Th. 1396.		N. Th. 827.		N. Th. 821	
150° C.	— 0,40	200° C.	+ 0,19	250° C.	+ 0,74
155	— 0,37	205	+ 0,19	255	+ 0,67
160	— 0,34	210	+ 0,20	260	+ 0,56
165	— 0,31	215	+ 0,20	265	+ 0,44
170	— 0,28	220	+ 0,21	270	+ 0,32
175	— 0,25	225	+ 0,22	275	+ 0,21
180	— 0,22	230	+ 0,22	280	+ 0,09
185	— 0,19	235	+ 0,23	285	— 0,03
190	— 0,16	240	+ 0,23	290	— 0,15
195	— 0,13	245	+ 0,24	295	— 0,26
200	— 0,10	250	+ 0,24	300	— 0,38

Tabelle 22 (Fortsetzung).

Th. K. V.		Th. K. VI.		Th. 2076.	
0° C.	0,00	0° C.	+ 0,10	0° C.	— 0,10
5	— 0,02	50	— 0,21	5	— 0,09
10	— 0,04	55	— 0,15	10	— 0,08
15	— 0,06	60	— 0,10	15	— 0,07
20	— 0,08	65	— 0,05	20	— 0,06
25	— 0,10	70	— 0,01	25	— 0,05
30	— 0,13	75	+ 0,04	30	— 0,04
35	— 0,15	80	+ 0,09	35	— 0,03
40	— 0,17	85	+ 0,13	40	— 0,02
45	— 0,18	90	+ 0,17	45	— 0,01
50	— 0,20	95	+ 0,22	50	0,00
100	— 0,20	100	+ 0,27	55	0,00

Th. 49.		Th. 50.	
0° C.	0,00	0° C.	+ 0,30
100	— 0,35	150	+ 0,40
105	— 0,29	155	+ 0,47
110	— 0,22	160	+ 0,55
115	— 0,16	165	+ 0,55
120	— 0,10	170	+ 0,52
125	— 0,02	175	+ 0,49
130	+ 0,07	180	+ 0,45
135	+ 0,12	185	+ 0,42
140	+ 0,16	190	+ 0,39
145	+ 0,20	195	+ 0,35
150	+ 0,24	200	+ 0,32

Tabelle 22 (Fortsetzung).

Th. K. I.		Th. K. II.		Th. 2080.	
50° C.	— 0,31	80° C.	— 0,22	100° C.	+ 0,40
55	— 0,30	85	— 0,25	105	+ 0,36
60	— 0,29	90	— 0,27	110	+ 0,32
65	— 0,28	95	— 0,28	115	+ 0,28
70	— 0,27	100	— 0,30	120	+ 0,24
75	— 0,25	105	— 0,27	125	+ 0,20
80	— 0,21	110	— 0,24	130	+ 0,16
85	— 0,17	115	— 0,21	135	+ 0,12
90	— 0,13	120	— 0,18	140	+ 0,08
95	— 0,09	125	— 0,15	145	+ 0,04
100	— 0,05	130	— 0,12	150	0,00
105	— 0,01	135	— 0,09	155	— 0,03
110	+ 0,02	140	— 0,06	160	— 0,06
115	+ 0,07	145	— 0,03	165	— 0,09
120	+ 0,11	150	0,00	170	— 0,12
125	+ 0,15			175	— 0,15
130	+ 0,18			180	— 0,18
135	+ 0,21			185	— 0,21
140	+ 0,24			190	— 0,24
145	+ 0,27			195	— 0,27
150	+ 0,30			200	— 0,30
155	+ 0,33			205	— 0,33

Die Beobachtungen wurden wiederum in allen Fällen in ein Koordinatennetz eingetragen, in dem 1° C. und 1 mm. durch je 1 cm. der Zeichnung ausgedrückt waren; das Papier, auf dem die Originalzeichnung ausgeführt wurde, war sog. Papier Quadrillé von L. Guiguet in Paris und erlaubte unter Anwendung einer Lupe, die Beobachtungen mit einer Genauigkeit von 0,2 mm. einzutragen, was nach den gewählten Verhältnissen einer Ablesungsgenauigkeit von 0,02 mm. entspricht. In den beigegebenen Kurventafeln sind die Zeichnungen wiedergegeben. Es sei noch besonders betont, dass stets

alle Beobachtungen mitgeteilt sind und nicht etwa nur ausgesuchte.

Der Luftdruck wurde an einem Barometer von Kramer in Freiburg i. B. abgelesen, dessen Scala und Angaben wiederholt geprüft, zu einer Korrektion keinen Anlass gaben.

Gehen wir nun zu einer Einzelbesprechung der Versuche über.

Ameisensäure.

Die zu diesen Versuchen angewandte Ameisensäure wurde so oft umkrystallisirt bis sich der Schmelzpunkt nicht mehr veränderte, er lag dann bei 8,3° C. nach N. Th. 1386. Der Siedepunkt der Säure wurde bei 740 mm. und 16° C. nach N. Th. 817 zu 100,1 bis 100,3° C. bestimmt. Nach den Prüfungsbescheinigungen ist N. Th. 1386 bei

0° um 0,06 zu hoch
bei 50° um 0,10 zu hoch,

das ergiebt als Schmelzpunkt der Ameisensäure 8,2° C.

Normalthermometer N. Th. 817 zeigt bei

50° C. um 0,11 zu hoch
bei 100° C. um 0,02 zu hoch.

740 mm. bei 16° = 738,1 bei 0° giebt für den Siedepunkt bei 760 mm. eine Correction[1]) von + 0,82°; Mittel der Beobachtung 100,2 + 0,82 = 101,02. Es war also angewandt Ameisensäure vom Siedepunkt 101,0 und Schmelzpunkt 8,2. Als beste bisherige Bestimmung ist die von Perkin[2]) anzusehen, der den Siedepunkt der Ameisensäure mit 101,0° C. und den Schmelzpunkt mit 8,0° C. angegeben hat.

---

[1]) Vergl. Kahlbaum, der Einfluss des atmosphärischen Druckwechsels auf den Kochpunkt der Körper. Deutsch. Chem. Gesell. Ber. Bd. 29, 1886, pag. 3100.

[2]) Perkin, London, Chem. Soc. Journal. Bd. 45, 1884, pag. 480.

Bei der Prüfung der Glasteilung des Barometers entsprachen 699,95 mm. des Kathetometers 700 Teilstrichen der Glasscala, so dass eine Korrektion dafür zu vernachlässigen war.

Das Tensionsbarometer befand sich während aller Versuche bis zum Teilstrich 630 mm. im Apparat; bei der Reduktion auf 0° wurde in Folge dessen für den unteren Teil der Quecksilbersäule bis 630 mm. die Temperatur T. K. als massgebend angenommen, während für den Teil über 630 die Temperatur des Apparates für die Korrektion zu Grunde gelegt wurde.

Das Barometer erwies sich bei einer Prüfung mit grosser und kleiner Kammer als völlig luftfrei, es war also eine Korrektur für eingeschlossene Luft nicht anzubringen.

In der folgenden Tabelle 23, in der wir zunächst die Originalbeobachtungen ohne jede Korrektur geben, zeigt:

T_1. = Temperatur des Wassers in R_1 (Vergl. Tafel 11).

T_2. = Temperatur des Wassers in R_2 (Vergl. ebenda).

Ba. o. = Stellung der oberen Kuppe im Tensionsbarometer.

Ba. u. = Höhe des Quecksilbers im Gefäss, abgelesen am Tensionsbarometer.

Temp. = Temperatur des Dampfes, gemessen in No 2, Tafel 11.

B. K. = den Luftdruck.

T. K. = Temperatur des den Luftdruck anzeigenden Quecksilbers.

B. K. red. = den auf 0° reducirten Luftdruck.

Ba. red. = die auf 0° reducirte Quecksilberhöhe im Tensionsbarometer.

Druck = den im Tensionsbarometer gemessenen Dampfdruck der Flüssigkeit.

Tabelle 23.

Ameisensäure (flüssig).

T_1.	T_2.	Ba. o.	Ba. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	Ba. red.	Druck
°C.	°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
15,6	15,6	784,3	64,9	15,6	747,0	14	745,3	717,6	27,7
17,0	17,0	782,1	65,0	17,1	746,7	14	745,0	715,0	30,0
16,2	16,2	782,2	65,0	16,2	745,5	15	743,7	715,3	28,4
18,2	18,2	779,3	65,3	18,2	745,1	15	743,3	711,7	31,6
19,7	19,7	777,0	65,7	19,7	744,9	17	742,9	708,9	34,0
21,3	21,3	774,5	65,9	21,3	744,7	18	742,5	706,3	36,2
25,0	25,0	768,0	66,8	25,0	744,7	19	742,4	698,7	43,7
14,8	14,8	783,1	64,9	14,8	745,0	15	743,2	716,3	26,9
22,6	22,6	775,1	65,9	22,6	748,1	16	746,2	707,0	39,2
24,2	24,2	773,3	66,1	24,3	749,1	16	747,2	705,0	42,2
37,2	36,9	743,0	69,5	37,1	748,2	14	746,5	671,4	75,1
36,6	36,2	745,3	69,3	36,5	749,3	16	747,4	673,7	73,7
35,1	34,9	749,8	68,8	35,1	749,5	17	747,4	678,6	68,8
34,6	34,3	751,0	68,6	34,5	749,5	17	747,4	680,0	67,4
34,0	33,8	753,1	68,5	33,9	749,9	18	747,7	681,2	65,5
32,3	32,2	759,0	67,9	32,1	750,9	14	749,2	689,0	60,2
41,5	41,1	717,7	72,5	41,4	735,4	15	733,6	643,1	90,5
22,7	22,5	760,1	67,8	22,7	731,4	14	729,7	690,4	39,3
28,5	28,2	743,0	69,7	28,5	724,7	15	722,9	671,2	51,7
27,4	27,2	745,8	69,3	27,4	725,3	16	723,4	674,3	49,1
26,3	26,1	748,2	69,0	26,3	725,8	16	723,9	677,1	46,8
30,6	30,3	739,8	70,1	30,6	726,3	16	724,4	667,5	56,9
11,2	11,0	776,4	65,6	11,2	733,4	9	732,3	709,6	22,7
7,5	7,5	780,0	65,1	7,8	733,8	9	732,7	713,8	18,9
6,3	6,2	781,5	65,0	6,5	734,2	10	733,0	715,3	17,7
8,6	8,5	781,2	65,1	8,7	736,0	10	734,8	714,9	19,9
9,6	9,6	781,0	65,0	9,7	737,0	12	735,6	714,4	21,2
0,3	0,1	783,7	64,8	0,4	732,0	8	731,1	718,1	13,0
0,2	0,1	783,7	64,8	0,3	732,0	8	731,1	718,1	13,0
3,0	3,0	781,4	65,0	3,1	731,5	8	730,6	715,5	15,1
4,3	4,2	781,5	65,0	4,5	732,7	9	731,6	715,5	16,1
5,0	5,0	781,7	65,0	5,2	733,3	9	732,2	715,7	16,5
5,6	5,6	781,8	65,0	5,8	733,9	9	732,8	715,7	17,1
6,2	6,2	782,0	65,0	6,4	734,7	9	733,6	715,9	17,8
29,9	29,7	761,0	67,5	29,8	748,0	13	746,4	691,5	54,9
29,1	28,9	763,1	67,3	29,0	748,8	13	747,2	693,8	53,4
23,2	23,2	275,8	66,0	23,3	749,9	17	747,8	707,5	40,3

Die Ameisensäure gab Gelegenheit, auch den Unterschied zwischen der Dampfspannung desselben Stoffes im festen und im flüssigen Zustand zu studiren. Um das zu können, wurde der Tensionsapparat entleert, um den die Ameisensäure enthaltenden Teil des Barometers ein beiderseitig offener Glascylinder mit einem Kautschukstöpsel befestigt, und derselbe mit einer Kältemischung gefüllt. War die Ameisensäure erstarrt, so wurde aus dem Gefäss Quecksilber entfernt, so dass die feste Ameisensäure einen zwischen die Glaswandungen des Barometerrohres festgeklemmten, freischwebenden Kuchen bildete. Der Apparat wurde dann mit Eiswasser von 0° gefüllt und die winterliche Temperatur der umgebenden Luft gestattete es, die Wärmezufuhr so zu regeln, dass die Temperatur nur äusserst langsam wuchs. Die folgende Tabelle 24 zeigt die ermittelten Zahlen.

Tabelle 24.

Ameisensäure (fest).

T_1	T_2	Ba. o.	Ba. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	Ba. red.	Druck
°C.	°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
1,0	1,0	784,2	53,1	1,0	740,1	4	739,6	730,7	8,9
1,2	1,2	738,6[1]	7,3	1,2	740,2	4	739,7	730,9	8,8
1,4	1,4	734,1	3,0	1,4	740,1	4	739,6	730,7	8,9
2,7	2,7	733,4	3,0	2,8	741,0	7	740,2	729,5	10,7
3,5	3,5	733,0	3,1	3,5	741,0	9	739,9	728,8	11,1
4,7	4,7	732,0	3,1	4,7	741,3	9	740,2	727,8	12,4
1,8	1,8	740,6	7,5	2,0	742,9	4	742,4	732,7	9,7
2,8	2,8	739,7	7,5	2,9	742,8	7,5	741,9	731,3	10,6
5,2	5,2	738,0	7,7	5,4	743,4	9	742,3	729,2	13,1
5,7	5,7	737,2	7,8	5,9	743,3	7,5	742,4	728,5	13,9
6,5	6,5	736,7	7,9	6,6	743,8	11	742,5	727,5	15,0
7,3	7,3	736,0	7,9	7,4	744,2	12	742,8	726,7	16,1
7,4	7,4	735,3	7,9	7,6	743,7	7	742,9	726,5	16,4
6,1	6,1	732,4	3,1	6,3	743,3	6	742,6	728,5	14,1
5,2	5,2	733,5	3,0	5,4	743,7	7	742,9	729,6	13,3
5,5	5,5	732,9	3,1	5,7	743,4	7	742,6	728,9	13,7

[1]) Das sehr gute Uebereinstimmen der Tension bei der ersten und zweiten Beobachtung, bei welchen wie ersichtlich das Lumen der Vakuumkammer wesentlich verschieden, geben den Beweis dafür, dass nur Spuren von Luft noch in dem Barometer vorhanden sein konnten.

Wir stellen die Beobachtungen noch einmal, nach ihrer Grösse geordnet, in den folgenden Tabellen 25 u. 26 zusammen. Die Höhe der Ameisensäuresäule auf dem Tensionsbarometer betrug 10 mm., es entspricht das einem Druck von 1 mm. Quecksilber. Dieser Korrektion ist in der nachfolgenden Tabelle 25 Rechnung getragen worden.

Tabelle 25.

Ameisensäure (flüssig).

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
0,3° C.	12,0 mm	22,6° C.	38,2 mm
0,4	12,0	22,7	38,3
3,1	14,1	23,3	39,3
4,5	15,3	24,3	41,2
5,2	15,5	25,0	42,7
5,8	16,1	26,3	45,8
6,4	16,7	27,4	48,1
6,5	16,7	28,5	50,7
7,8	17,9	29,0	52,4
8,7	18,9	29,8	53,9
9,7	20,2	30,6	55,9
11,2	21,7	32,1	59,2
14,8	25,9	33,9	64,5
15,6	26,7	34,5	66,4
16,2	27,4	35,1	67,8
17,1	29,0	36,5	72,7
18,2	30,6	37,1	74,1
19,7	33,0	41,4	89,5
21,3	35,2		

Tabelle 26.

Ameisensäure (fest).

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
1,0° C.	8,9 mm	5,4° C.	13,1 mm
1,2	8,8	5,4	13,3
1,4	8,9	5,7	13,7
2,0	9,7	5,9	13,9
2,8	10,7	6,3	14,1
2,9	10,6	6,6	15,0
3,5	11,1	7,4	16,1
4,7	12,4	7,6	16,4

Aus diesen, in den beiden vorstehenden Tabellen mitgeteilten Zahlen wurden die Kurven in Tafel A konstruirt und aus diesen nach Einführung der Thermometerkorrektur die nachstehenden Werte abgelesen. Es wäre zweifelsohne richtiger gewesen, die Thermometerkorrektion an den Beobachtungen direkt anzubringen, und erst aus den korrigirten Werten die Kurven zu konstruiren. Wenn das nicht geschah, so musste ein schwerwiegendes Bedenken vorliegen, und das war folgendes: Es war für uns erster Grundsatz, alle Beobachtungen, und diese ganz unverändert, für die Konstruktion der Kurve zu benutzen, um die Kontrolle zu erleichtern, wir wollten nicht veränderte, wir wollten die beobachteten Werte zur Darstellung bringen. Da zudem die Thermometerkorrektion eine stetig sich ändernde Grösse ist, so konnte sie beim Ablesen aus den Kurven leicht nachträglich eingeführt werden, wenigstens dann, wenn bei den Beobachtungen nur ein Thermometer zur Verwendung kam. Da wo mit 2 Thermometern gemessen wurde ist das

Anbringen der Korrektion allerdings erschwert; doch glaubten wir mit Rücksicht auf die erstrebte leichtere Kontrollirbarkeit und darauf, dass die Anwendung mehrerer Thermometer seltener nur der Fall war, dieses Uebel als das geringere wählen zu sollen.

Tabelle 27.

Dampfspannkraft der flüssigen Ameisensäure nach mm. geordnet.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
12 mm	0,4° C.	34 mm	20,3° C.	56 mm	30,6
13	1,8	35	20,8	57	30,9
14	3,2	36	21,4	58	31,3
15	4,4	37	21,9	59	31,7
16	5,6	38	22,5	60	32,1
17	6,7	39	23,0	61	32,5
18	7,8	40	23,5	62	32,8
19	8,8	41	24,0	63	33,2
20	9,7	42	24,5	64	33,6
21	10,7	43	24,9	65	33,9
22	11,6	44	25,5	66	34,2
23	12,5	45	25,9	67	34,6
24	13,3	46	26,4	68	34,9
25	14,2	47	26,8	69	35,3
26	14,9	48	27,2	70	35,6
27	15,6	49	27,7	71	35,9
28	16,4	50	28,1	72	36,2
29	17,1	51	28,5	73	36,5
30	17,8	52	28,9	74	36,8
31	18,4	53	29,3	75	37,1
32	19,1	54	29,8		
33	19,7	55	30,2		

Tabelle 28.

Kochpunkte der flüssigen Ameisensäure geordnet nach ⁰ C.

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
0° C.	11,8 mm	19° C.	31,8
1	12,4	20	33,4
2	13,1	21	35,1
3	13,9	22	36,9
4	14,7	23	38,8
5	15,5	24	40,8
6	16,4	25	42,9
7	17,3	26	45,1
8	18,3	27	47,3
9	19,2	28	49,5
10	20,3	29	51,9
11	21,3	30	54,4
12	22,4	31	56,9
13	23,6	32	58,5
14	24,8	33	62,1
15	26,1	34	64,9
16	27,4	35	67,8
17	28,8	36	70,8
18	30,2	37	74,0

Tabelle 29.

Dampfspannkraft der festen Ameisensäure geordnet nach mm.

Druck.	Temp.
9 mm	1,2° C.
10	2,3
11	3,4
12	4,3
13	5,1
14	5,9
15	6,6
16	7,3
17	8,0

Tabelle 30.

Dampfspannkraft der festen Ameisensäure geordnet nach ° C.

Temp.	Druck.
1° C.	8,8 mm.
2	9,7
3	10,6
4	11,6
5	12,8
6	14,1
7	15,5
8	17,0

Kahlbaum und Schröter.

Propionsäure.

Die Propionsäure aus Cyanaethyl wurde aus einer grösseren Menge, die zwischen 139,0° C. und 140,5° C. siedete, herausfraktionirt und gab den konstanten Siedepunkt 139,9° C., gemessen wurde mit Thermometer N° 2080, es war nach Tabelle 22, also für den Siedepunkt eine Thermometerkorrektur von +0,08 anzubringen.

139,9° C. war gemessen bei 743,9 mm. und 23° C., dem entspricht 741,1 mm. bei 0° C., giebt für 760 mm. eine Korrektion von + 0,70° C. = 140,6° C. + 0,08, es war also angewandt Propionsäure vom Siedepunkt 140,7° C. Als beste bisherige Bestimmung ist die von Linnemann[1]) anzusehen, der als Siedepunkt der Propionsäure 140,67° C. angiebt.

Der Schmelzpunkt der Propionsäure wurde nach Beckmann's Methode, aus dem Gefrierpunkte in einer Mischung von fester Kohlensäure und Aether, gefunden zu — 24° C.; Pettersson[2]) fand — 23 bis — 24° C. Das Thermometer, mit dem die Messung vorgenommen wurde, war ein Schwefelkohlenstoffthermometer. Die Bestimmungen sind alle etwas unsicher, teils wegen des mangelhaften Thermometers, teils weil Überkaltung nicht wohl zu vermeiden war. Es gilt das für alle die folgenden Bestimmungen bei sehr niederen Temperaturen, es darf deshalb auch nur gesagt werden, der Schmelzpunkt der Propionsäure liegt um — 24° C. In ihrem Aussehen erinnert die feste Propionsäure mehr an die höheren Fettsäuren als an feste Ameisensäure oder Essigsäure.

Die Temperaturangaben im Tensionsapparat wurden bis 50° C. mit N. Th. 1386 gemessen, über 50° mit Th. K. 6.

---

[1]) Liebig, Annal. Bd. 160. 1871, pag. 218.

[2]) Pettersson Journ. prak. Chem. 2. Ser. Bd. 24, 1870, pag. 295.

N. Th. 1386.		N. Th. 817.	
bei 0° C. 0,06 zu hoch		bei 50° C. 0,11 zu hoch	
50 „ 0,1 „		100 „ 0,02 „	
N. Th. 817.		Th. K. 6.	
62,0° C.		62,0° C.	
75,0 „		74,9 „	

Es war also für das Temperatur-Intervall 15° C.—70°C. eine Korrektion von —0,1° C. anzubringen. Dieser Korrektur ist in den Spannkraftstabellen Rechnung getragen worden.

Die Höhe der Propionsäure im Barometer betrug 16 mm., was einem Quecksilberdruck von 1,2 mm. entspricht.

Luftkorrektur:

Druck in der Barometerkammer

bei grossem Volumen	bei kleinem Volumen
15,6° C. = 2,0 mm.	15,7° C. = 2,8 mm.
15,7 = 2,2	15,8 = 2,8
14,7 = 2,0	15,0 = 2,6
Mittel = 2,1 mm.	Mittel = 2,7 mm.

Differenz 0,6 mm.

grosses Volumen	kleines Volumen
Stand des Hg. 751,3	Stand des Hg. 859,8
756,4	860,0
752,6	864,8
Mittel 753	Mittel 862,0

Differenz 109 Raumteile.

Höhe des Barometers 1015 mm.
753
262 Raumteile

Bezeichnen wir mit v_1 und v_2 die Volumina und mit p_1 und p_2 die entsprechenden Drucke, so ist

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{p_2}{p_1}$$

also

$$\frac{v_1 - v_2}{v_1} = \frac{p_2 - p_1}{p_2}$$

woraus

$$p_2 = \frac{p_2 - p_1}{v_1 - v_2} \cdot v_1$$

Nun ist

$$p_2 - p_1 = 0{,}6^{\text{mm}}$$
$$v_1 - v_2 = 109^{\text{ccm}}$$
$$v_1 = 262^{\text{ccm}}$$

also

$$p_2 = \frac{0{,}6}{109} \cdot 262 = 1{,}5^{\text{mm}}$$

$$p_1 = 1{,}5 + 0{,}6 = 2{,}1^{\text{mm}}$$

d. h. Luftkorrektur für das grosse Volumen $1{,}5^{\text{mm}}$ und $2{,}1^{\text{mm}}$ für das kleine Volumen.

Die Prüfung der Glasteilung ergab, dass 700 Teilstriche der Glasscala 700 mm. des Kathetometers entsprachen, demnach war eine Korrektur anzubringen nicht nötig.

Die folgende Tabelle gibt wiederum die Originalbeobachtungen ohne jegliche Korrektur.

Bei den ersten 22 Beobachtungen hatte das Tensionsbarometer bis 630 mm., die Temperatur von *BA* bei den späteren Versuchen bis 640 mm.

Die Reduction auf 0° C. ist in der gleichen Weise wie bei der Ameisensäure durchgeführt, ebenso ist in der Tabelle die Bedeutung der Kolonnen hier wie für alle folgenden Stoffe, die auf Seite 680 angegebene.

Tabelle 31.

Propionsäure.

T_1.	T_2.	Ba. o.	Ba. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	Ba. red.	Druck
°C.	°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
16,3	16,0	751,3	11,9	15,7	742,4	12	741,0	737,8	3,2
38,5	38,3	745,1	12,5	38,5	742,4	13	740,8	730,3	10,5
36,3	36,1	746,9	12,4	35,3	742,7	13	741,1	732,3	8,8
34,2	34,0	748,0	12,3	33,5	743,0	13,5	741,4	733,5	7,9
33,2	33,0	748,4	12,3	32,5	743,3	14	741,6	733,9	7,7
32,3	32,1	749,1	12,1	31,5	743,7	15	741,9	734,7	7,2
31,7	31,4	750,0	12,1	30,8	744,4	16	742,5	735,5	7,0
39,0	38,7	752,2	11,9	38,3	750,0	15	748,2	737,8	10,4
36,9	36,7	753,6	11,8	36,4	750,6	17	748,5	739,2	9,3
35,1	35,0	754,7	11,7	35,2	751,3	18	749,1	740,3	8,8
25,0	24,8	758,8	11,3	24,7	752,0	14	750,3	745,4	4,9
24,0	23,7	759,0	11,3	23,8	752,1	15	750,3	745,5	4,8
22,1	21,9	758,9	11,3	21,8	751,7	17	749,6	745,3	4,3
38,0	37,6	753,6	11,8	37,0	750,9	19	748,6	738,9	9,7
33,3	33,1	755,2	11,7	33,0	751,0	17	748,9	740,9	8,0
15,9	15,8	756,4	11,5	15,6	748,2	16	746,2	742,8	3,4
19,1	18,9	756,3	11,6	18,2	748,3	17	746,2	742,5	3,7
26,6	26,2	754,2	11,7	25,8	747,7	17	745,6	740,1	5,5
28,1	27,8	753,2	11,8	27,6	747,1	17	745,0	739,0	6,0
29,4	29,2	752,9	11,9	28,8	747,1	19	744,8	738,3	6,5
31,0	30,7	753,2	11,9	31,5	748,1	21	745,6	738,4	7,2
15,1	15,0	752,6	11,8	14,7	743,9	17	741,9	738,7	3,2
16,0	15,8	859,8	119,4	15,7	744,3	17	742,3	738,3	4,0
16,1	15,8	860,0	119,4	15,8	744,6	18	742,5	738,5	4,0
13,5	13,3	864,8	119,0	13,0	749,7	16	747,8	743,9	3,8
41,0	40,6	856,4	119,8	40,2	748,0	19	745,7	733,4	12,3
54,0	53,7	828,0	122,1	53,5	728,8	19	726,6	702,4	24,2
64,0	63,7	818,0	122,9	63,3	732,9	21	730,4	691,2	39,2
68,0	67,6	823,9	122,5	67,4	747,1	17	745,0	697,8	47,2
72,1	71,8	814,8	123,8	71,4	747,6	18	745,4	687,2	58,2
70,9	70,6	818,1	123,0	70,0	747,4	18	745,2	691,3	53,9
53,0	52,7	844,9	120,7	52,3	745,3	15	743,5	721,0	22,5
57,2	57,0	830,0	122,0	56,5	734,2	16	732,3	704,7	27,6
15,0	14,6	853,2	119,9	14,5	736,9	16	735,0	731,3	3,7

Tabelle 31 (Fortsetzung).

T_1.	T_2.	Ba. o.	Ba. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	Ba. red.	Druck
°C.	°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
65,3	65,1	822,0	122,6	64,8	740,1	16	738,2	659,9	42,3
66,6	66,2	816,4	123,1	65,9	736,4	20	734,0	698,5	44,5
66,0	65,6	818,0	123,0	65,2	736,4	20	734,0	691,2	42,8
64,5	64,1	820,6	122,8	63,9	736,9	21	734,4	693,9	40,5
56,2	55,9	834,1	121,7	55,5	737,9	22	735,3	708,6	26,7
50,1	49,7	848,7	120,4	49,4	746,4	19	744,1	724,8	19,3
64,3	63,9	834,1	121,7	63,5	750,3	19	748,0	708,6	39,4
41,0	40,7	859,5	119,5	40,3	751,0	17	748,9	736,9	12,0
45,1	44,8	846,9	120,5	44,4	740,2	16	738,3	723,3	15,0
45,9	45,7	846,0	120,6	45,2	739,8	15	738,0	722,4	15,6
47,0	46,4	844,6	120,8	46,2	739,3	20	736,9	720,4	16,5
51,1	50,9	840,1	121,1	50,6	738,3	18	736,1	715,6	20,5
46,9	46,7	842,4	120,9	46,5	737,2	20	734,8	718,1	16,7
43,8	43,5	844,3	120,8	43,3	736,8	18	734,6	720,4	14,2
42,5	42,3	845,8	120,6	42,1	737,5	18	735,3	722,1	13,2
54,0	53,8	836,0	121,5	53,5	737,2	18	735,0	711,0	24,0
54,5	54,3	835,3	121,5	54,0	737,2	18	735,0	710,3	24,7
69,0	68,8	822,0	122,7	68,7	748,3	19	746,0	695,5	50,5
72,0	71,8	814,1	123,3	71,7	748,0	19	745,7	687,0	58,4
61,5	61,3	832,0	121,8	61,1	743,7	16	741,8	706,7	35,1
63,0	62,8	826,7	122,2	62,4	740,1	17	738,1	700,9	37,2
60,2	59,9	830,5	121,9	59,7	739,6	17	737,6	705,1	32,5
60,0	59,6	831,3	121,9	59,2	739,8	18	737,6	705,8	31,8
76,6	76,2	816,1	123,1	75,9	751,5	16	749,6	689,2	60,4
58,7	58,4	845,8	120,7	58,2	753,4	17	751,3	721,5	29,8
65,2	64,9	824,0	122,5	64,7	741,8	18	739,6	697,9	41,7
67,4	67,1	820,1	122,8	66,9	742,2	17	740,2	639,7	46,5
71,7	71,3	814,8	123,3	71,2	747,5	22	744,8	687,4	57,4
80,0	79,5	792,3	125,1	79,2	747,6	21	745,1	663,3	81,8
75,5	75,1	805,8	124,0	74,8	747,7	20	745,3	677,8	67,5
17,5	17,3	868,9	118,7	17,0	753,7	9	752,6	748,7	3,9

Die folgende Tabelle 32 bringt die Beobachtungen noch einmal, dieselben sind der Grösse nach geordnet, und ist bei denselben der Luftkorrektur wie dem Gewicht der Propionsäure Rechnung getragen worden.

Tabelle 32.

Propionsäure.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
0,4 mm	14,5° C.	6,1 mm	35,2° C.	23,4 mm	55,5° C.
0,5	13,0	6,1	35,3	24,3	56,5
0,5	14,7	6,6	36,4	26,5	58,2
0,5	15,7	7,0	37,0	28,5	59,2
0,6	17,0	7,7	38,3	29,2	59,7
0,7	15,6	7,8	38,5	31,8	61,1
0,7	15,7	8,7	40,3	33,9	62,4
0,7	15,8	9,0	40,2	35,9	63,3
1,0	18,2	9,9	42,1	36,1	63,5
1,6	21,8	10,9	43,3	37,2	63,9
2,1	23,8	11,7	44,4	38,4	64,7
2,2	24,7	12,3	45,2	39,0	64,8
2,8	25,8	13,2	46,2	39,5	65,2
3,3	27,6	13,4	46,5	41,2	65,9
3,8	28,8	16,0	49,4	43,2	66,9
4,3	30,8	17,2	50,6	43,9	67,4
4,5	31,5	19,2	52,3	47,2	68,7
4,5	31,5	20,7	53,5	50,6	70,0
5,0	32,5	20,9	53,5	54,1	71,2
5,2	33,5	21,4	54,0	54,9	71,4
5,3	33,0				

Aus diesen, in der vorstehenden Tabelle mitgeteilten Zahlen, wurde die Kurve in Tafel A konstruirt, und nach Einführung der Thermometerkorrektur aus derselben die nachstehenden Werte abgelesen.

Tabelle 33.

Dampfspannkraft der Propionsäure nach mm. geordnet.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
0,5 mm	14,1 °C	23 mm	55,3 °C	50 mm	69,6 °C
1	18,1	24	56,0	51	70,0
1,5	21,0	25	56,7	52	70,4
2	23,3	26	57,4	53	70,8
2,5	25,1	27	58,1	54	71,2
3	26,9	28	58,8	55	71,6
3,5	28,4	29	59,4	56	71,9
4	29,9	30	60,0	57	72,3
4,5	31,3	31	60,6	58	72,7
5	32,5	32	61,2	59	73,0
6	34,8	33	61,7	60	73,3
7	36,9	34	62,2	61	73,7
8	38,8	35	62,8	62	74,0
9	40,5	36	63,3	63	74,3
10	42,0	37	63,8	64	74,7
11	43,5	38	64,3	65	75,0
12	44,8	39	64,8	66	75,4
13	46,0	40	65,3	67	75,7
14	47,2	41	65,8	68	76,0
15	48,2	42	66,2	69	76,3
16	49,2	43	66,7	70	76,7
17	50,2	44	67,1	71	77,0
18	51,2	45	67,6	72	77,3
19	52,1	46	68,0	73	77,6
20	52,9	47	68,4	74	77,9
21	53,7	48	68,8	75	78,2
22	54,5	49	69,2		

Tabelle 34.

Kochpunkte der Propionsäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
13° C.	0,4 mm	36° C.	6,5 mm	59° C.	28,1 mm
14	0,5	37	7,0	60	29,7
15	0,6	38	7,5	61	31,4
16	0,7	39	8,0	62	33,2
17	0,8	40	8,6	63	35,0
18	1,0	41	9,2	64	37,0
19	1,1	42	9,8	65	39,0
20	1,3	43	10,5	66	41,1
21	1,5	44	11,2	67	43,3
22	1,7	45	12,0	68	45,6
23	1,9	46	12,8	69	48,0
24	2,1	47	13,7	70	50,5
25	2,4	48	14,6	71	53,2
26	2,7	49	15,5	72	55,9
27	3,0	50	16,5	73	58,9
28	3,3	51	17,6	74	61,9
29	3,6	52	18,7	75	64,9
30	4,0	53	19,8	76	68,1
31	4,3	54	21,1	77	71,2
32	4,7	55	22,4	78	74,5
33	5,1	56	23,7	79	77,9
34	5,5	57	25,1	80	81,4
35	6,0	58	26,6		

Kahlbaum und Schröter.

Normal - Buttersäure.

Die ersten Studien, die wir überhaupt zur Lösung der behandelten Frage angestellt haben, wurden mit Normal-Buttersäure ausgeführt, weil Herr Schumann[1]) in der Arbeit, die ihn dahin führte, unsere Ansicht über die Divergenz beider Methoden zu unterstützen, ebenfalls Normal-Buttersäure verwandt hatte. Die Buttersäure, die ebenfalls von C. A. F. Kahlbaum bezogen war, ist aus Holzdestillationsprodukten fraktionirt worden, und war das besondere Produkt für uns aus dem Aether dargestellt worden. Ueber die Reinheit der Säure hatte sich ein Streit erhoben zwischen den Herren Ramsay & Young[2]) einerseits und Herrn A. Bannow[3]) andererseits, indem die Herren Ramsay & Young wenig berechtigt die Reinheit eines Präparates angriffen, das sie einer genauen Untersuchung nicht unterworfen hatten, während Herr A. Bannow mit Erfolg für die Reinheit des aus dem Aether dargestellten Präparates eintrat, soweit chemische Untersuchung hierüber Aufschluss zu geben vermochte.

Bei den von uns hergestellten und mit der auf das sorgfältigste gereinigten Buttersäure beschickten Barometern zeigte sich die eigentümliche Erscheinung, dass die Flüssigkeit in der Vakuumkammer sich nach zwei Tagen etwa zu trüben begann. Die Trübung nahm zu, und endlich fiel eine nicht ganz unbeträchtliche Menge eines weissen Körpers flockig aus.

---

[1]) Schumann, Deutsch. Chem. Gesellsch. Ber., Bd. 18, 1885, pag. 2088.

[2]) Ramsay & Young. Deutsch. Chem. Gesellsch. Ber., Bd. 19, 1886, pag. 2108.

[3]) Bannow, Deutsch. Chem. Gesellsch. Ber., Bd. 19, 1886, pag. 2552.

Um von diesem Körper eine beträchtlichere, zur Untersuchung hinreichende Menge sich zu verschaffen, wurde aus dem Aether dargestellte reinste Buttersäure in eine Glaskugel gefüllt und das Gefäss evakuirt zugeschmolzen, und da bemerkt worden war, dass Sonnenlicht die Ausscheidung begünstigte, dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt. In dem Moment fast, in dem direkte Sonnenstrahlen die Kugel trafen, fand die Ausscheidung statt. Das Produkt wurde abfiltrirt und das Filtrat in gleicher Weise behandelt, es fand wohl noch eine Trübung statt, jedoch kaum noch ein eigentliches Ausfallen von festem Stoffe. Bei einer dritten derartigen Behandlung blieb auch die Trübung aus.

Es wurde nun zunächst eine Analyse der aus dem Aether dargestellten, nicht weiter behandelten Buttersäure vorgenommen.

0,2710 gr. Substanz gaben mit Kupferoxyd verbrannt 0,2248 H_2O, entsprechend 0,02497 H = 9,21 % H und 0,5409 gr. CO_2 = 0,1475 C = 54,43 % C

für Buttersäure:

berechnet	gefunden[1])
H. 9,09 %	H. 9,21 %
C. 54,54 %	C. 54,43 %
O. 36,37 %	O. 36,36 %

Es wurde hierauf eine Dampfdichte Bestimmung der gleichen Substanz ausgeführt nach Victor Meyer's Methode.

---

[1]) Die Verbrennung wurde von Herrn G. C. Schmidt ausgeführt, und auf das Ausführen der Analysen beschränkte sich Herrn Schmidt's ganze Thätigkeit; es befremdete daher einigermassen, dass in seiner Arbeit (Zeitschrift f. physik. Chemie, Bd. 7, 1891, pag. 459) unser Name als derjenige des Auffinders der Verunreinigung sowohl als dieses eigentümlichen Weges zur Reinigung der Buttersäure gar nicht erwähnt wird.

Kahlbaum.

Im Dampf von Aethylbenzoat wurden übereinstimmende Resultate nicht erzielt. In Diphenylamindampf gaben 0,0727 gr. Substanz 21,2 ccm. Dampf, Barometerstand 743 mm., Lufttemperatur 23,5° C., Temperatur des Wassers 19° C.

Die Dichte wurde berechnet nach der Formel

$$D = \frac{p. (1+0,00366\ t)\ 587780}{(B-w)\ V}$$

worin p = Gewicht der Substanz
t = Temperatur des Wassers
B = dem auf 0° C. bezogenen Barometerstand
w = Tension des Wassers bei t^0
V = dem abgelesenen Luftvolumen.

Daraus ergibt sich
D = 3,0746, also das Molekulargewicht = 88,92
$C_4 H_8 O_2$ = 88.

Verbrennung und Dampfdichte gaben also für Buttersäure sehr gut stimmende Zahlen.

Es wurde nunmehr untersucht, welche Fraktion gewöhnlicher Buttersäure die grösste Menge des weissen Körpers gab; dazu wurden 7 Kugeln der Sonne ausgesetzt, und ergab sich folgendes Resultat:

Kugel	1,	4,63 gr.	Sdp. 152° C.	— 160° C.	gab	0,13 gr.	= 2,81 %
„	2,	4,57	„ 160,2	— 160,8	„	0,19	= 4,15
„	3,	4,05	„ 161,2	— 161,6	„	0,24	= 5,97
„	4,	4,42	„ 162,2	— 162,4	„	0,31	= 7,01
„	5,	5,28	„ 163,1	— 163,4	„	0,27	= 5,02
„	6,	6,41	„ 163,0	— 166,0	„	0,11	= 1,72

die siebente Kugel, mit dem Rückstand gefüllt, trübte sich im Sonnenlicht nicht.

Die in Prozenten angegebenen Zahlen sind, da die weisse Substanz nicht sorgfältig getrocknet wurde, jedenfalls zu hoch; immerhin bleibt bestehen, dass die beste

Fraktion[1]) 162,2° C.—162,4° C. mit 7% die höchste Ausbeute ergab.

Um die Wirkung der Sonnenstrahlen noch etwas genauer zu studiren, wurden an beiden Enden eines Rohres Kugeln angeblasen, dieselben von dem wagerechten Rohr senkrecht nach unten gebogen, beide mit der gleichen Fraktion Buttersäure beschickt, evakuirt zugeschmolzen und, nachdem die eine stark berusst war, das ganze System direkten, starken Sonnenstrahlen ausgesetzt. In der durchsichtigen Kugel fand sofort starkes Trüben und Ausfallen statt. Die berusste Kugel war noch nach zwei Tagen wasserhell durchsichtig. Auch nach dem Ueberfliessenlassen einer geringen Menge der getrübten Buttersäure in die unverändert gebliebene Masse fand keine Ausscheidung statt.

Ein zweiter Versuch wurde derart angeordnet, dass eine evakuirte geschlossene Kugel in einen orangegelben Cylinder, wie solche für photographische Zwecke hergestellt werden, gehängt wurde; auch hier fand eine Ausscheidung bei Einwirkung des Sonnenlichtes nicht statt.

Alle diese Beobachtungen liessen offenbar darauf schliessen, dass man es mit einer Polymerisation zu tun hatte. Der erste Gedanke, dass es sich hier um eine polymere Buttersäure handelte, war aufzugeben, da es sich ja gezeigt hatte, dass die Ausscheidung und Trübung begrenzt war, dazu kam, dass von andern Firmen (Tromsdorff, Finzelberg, Merck) bezogene Säure (Gährungsbuttersäure) diese Eigentümlichkeit nicht zeigte.

Der weisse Körper ist in allen indifferenten Lösungsmitteln unlöslich; er quillt im Wasser zu einer schleimigen, gummiartigen Masse auf, die sich nach Zusatz einer

---

[1]) Nach Linnemann ist der Sdp. der Normal - Buttersäure 162,32° C. (Liebig, Annal. Bd. 160, 1871, pag. 228.)

geringen Menge einer mineral oder organischen Säure leicht löst; in Alkohol unlöslich, wird er auch darin unter den gleichen Bedingungen löslich und scheidet sich bei Zusatz von Aether als weisser, flockiger Niederschlag wieder ab; in concentrirter Schwefel- und Salpetersäure gelöst, wird er durch Wasser zunächst wieder gefällt, um sich nach Zusatz von mehr Wasser wieder zu lösen; er ist leicht löslich in Ammoniak. Stark erhitzt, zersetzt er sich ohne zu schmelzen. Analyse des weissen Körpers:[1])

1. 0,211 gr. mit Bleichromat verbr. gaben	0,4337 CO_2	u.	0,1417 H_2O
2. 0,1921 „ „ „ „	0,3962	„	0,1233
3. 0,2063 „ „ „ „	0,4227	„	0,1383
4. 0,1999 „ „ „ „	0,4110	„	0,1320

Berechnet für Methacrylsäure	Gefunden			
C = 55,82 %	56,08 %	56,25 %	55,88 %	und 56,07 %
H = 7,0 %	7,45 %	7,13 %	7,44 %	7,34 %

Die ammoniakalische Lösung zur Trockene verdampft, liefert eine glasartige, durchsichtige Masse.

Stickstoffbestimmung:[1])

1. 0,1984 gr. Substanz gaben 18,4 ccm. N. Druck 737,5 mm. Temperatur d. H_2O. 15° C. = 10,54 % N.
2. 0,2139 gr. Substanz gaben 20,6 ccm. N. Druck 741,0 mm. Temperatur d. H_2O. 15° C. = 10,57 % N.

Verbrennung:[1])

1. 0,1649 gr. Substanz bei 120° getrocknet gaben 0,1377 gr. H_2O. = 0,01530 H 9,27 % H = und 0,2709 gr. CO_2 = 0,07377 C = 44,74 % C.
2. 0,1937 gr. Substanz bei 140° getrocknet gaben 0,1575 gr. H_2O. = 0,01750 H = 9,04 % H und 0,3172 gr. CO_2 = 0,0865 C = 44,66 % C.

---

[1]) Die Analysen wurden von Herrn G. C. Schmidt ausgeführt.

Schreiben wir die Analysen zusammen, so gibt das:

1.	2.
C = 44,74 %	C = 44,66 %
H = 9,27 %	H = 9,04 %
N = 10,54 %	N = 10,57 %
O = 35,45 %	O = 35,73 %

Trotzdem die beiden Analysen unter sich gut übereinstimmen, lässt sich doch eine einfache Formel nicht ausrechnen, weil vermutlich das Ammonium Methacrylat ebenso wie das Barium- und das Calciumsalz noch Wasser enthält.

Nach dem Ausscheiden der Methacrylsäure wird der Siedepunkt der Buttersäure in folgender Weise erniedrigt.

Beim Druck 747,6 mm. war eine Probe Buttersäure zwischen 161,3° C. und 162,5° C. übergegangen; nachdem dieselbe in der vorbeschriebenen Weise behandelt und dadurch die Methacrylsäure ausgeschieden war, siedete dieselbe beim Druck 747,9 in folgender Weise.

	—159,9° C.	waren	übergegangen	100 ccm.
von	159,9—160,2° „	„	„	150 „
„	160,2—160,5° „	„	„	200 „
„	160,5—160,8° „	„	„	250 „
„	160,8—161,2° „	„	„	300 „
„	161,2—161,8° „	„	„	350 „
„	161,8—163,0° „	„	„	400 „

Der Rückstand von 10 ccm. enthielt 2 gr. der polymeren Methacrylsäure.

Es wurde noch versucht, die Polymerisation und Ausscheidung der Methacrylsäure im Dunkeln und nur durch Wärme vorzunehmen, das gelang auch bis zu einem gewissen, jedoch sehr unvollständigen Grade; ebenso findet Polymerisation auch unter gewöhnlichem Luftdruck statt, jedoch ebenfalls nur in geringerer Mengen. Herr

Dr. Bannow hatte noch die Güte, uns eine Probe eines ebenfalls weissen Körpers zu überlassen, der bei der Fraktionirung des Rohmaterials ausgefallen war; derselbe erwies sich identisch mit dem von uns untersuchten, war also auch polymerisirte Methacrylsäure.

Es ist klar, dass bei so naheliegenden Siedepunkten, nach Fittig [1]) siedet die Methacrylsäure bei 160,5° C., die Buttersäure bei 162,32° C., nach Linnemann [2]) es nicht möglich ist, durch Destillation die Buttersäure völlig zu reinigen, und sehen wir darin eine weitere Bestätigung für unsere Ansicht, dass die Versuche der Herren Ramsay und Young, über die Reinheit der Buttersäure nur durch fraktionirte Destillation sich Aufklärung zu verschaffen, unzulänglich waren.

Die geringen Zusammensetzungsunterschiede um nur 2 H erklären auch, dass weder die Elementaranalyse, noch die Dampfdichtebestimmung über die Verunreinigung Aufschluss geben konnten.

Dass Stoffe im Sonnenlicht polymerisiren ist bekannt[3]), und im Besonderen auch von der Methacrylsäure; neu dagegen scheint uns zu sein, dass die Polymerisation durch Evakuiren so ausserordentlich befördert wird.

Es lag nahe, auch noch eine Reihe von anderen Stoffen, in der gleichen Weise behandelt, dem Sonnenlicht auszusetzen; das geschah mit Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Isobuttersäure, Capronsäure, Heptylsäure, Caprylsäure, Pelargonsäure, dann mit Acetessigester, mit buttersaurem Methyl- und Aethyl mit Butylalko-

---

[1]) Fittig, Liebig Annal. Bd. 187, 1877, pag. 42.

[2]) Linnemann, a. a. O. Wir fanden, wie aus dem unten folgenden ersichtlich, den Sdp. der Buttersäure um etwas höher.

[3]) Vergl. dazu Kahlbaum, Ueber polymere Akrylsäuremethylester. Deutsch. chem. Gesell. Ber. Bd. 13, 1880, pag. 2348.

hol und Buttersäureanhydrid, jedoch stets ohne irgend welchen Erfolg.

Kahlbaum.

Die für die Tensionsbestimmungen verwendeten Säuren wurden aus einer grösseren Menge, in der oben beschriebenen Weise behandelter Buttersäure, die ebenfalls von Kahlbaum bezogen war, jedoch Methacrylsäure nicht mehr enthielt, herausfraktionirt. Die beste Portion siedete zwischen 163,6° C. und 163,9° C nach N. Th. 1396. Die Thermometerkorrektur betrug — 0,32° C., gemessen wurde bei 749,5 mm. und 17° C., dem entspricht 751,6 bei 0° C., giebt für 760 mm. eine Korrektur von + 0,31° C. = 163,7° C., es war also angewandt Buttersäure vom Siedepunkt 163,7° C.

Der korrespondierende Siedepunkt wurde von Linnemann[1]) zu 162,3°, von Zander[2]) zu 162,3° — 162,4° C. angegeben, also nicht unerheblich niederer; der Schmelzpunkt und Erstarrungspunkt der von uns angewandten Säure wurde bei —8,5° C. gefunden; dagegen giebt Linnemann den Schmelzpunkt seiner Säure zu — 2° bis + 2° C., den Erstarrungspunkt fand er erst bei — 19° C.; Zander findet den Schmelzpunkt bei — 4,5° bis — 2° C. Das genaue Zusammenfallen von Erstarrungspunkt und Schmelzpunkt und die Einheitlichkeit des letzteren sprechen für die Reinheit unseres Präparates. Auch nach Behandlung mit P_2O_5 wurde der Schmelzpunkt unverändert bei — 8,5° C. gefunden.

---

[1]) Liebig Annal. Bd. 160, 1871, pag. 228.

[2]) Ebenda. Bd. 224, 1884, pag. 63.

Die Temperaturen im Tensionsapparat wurden mit den Thermometern N. Th. 1386 und N. Th. 817 gemessen.

Die Höhe der Buttersäure im Barometer betrug 14 mm., was einem Quecksilberdruck von 1 mm. entspricht.

Die Luftkorrektur betrug 0,8 mm. für das kleine Volumen.

Die Prüfung der Glasteilung ergab wiederum Uebereinstimmung, es war also keine Korrektur anzubringen. Bei allen Beobachtungen hatte das Tensionsbarometer bis 670 mm. die Temperatur von *BA*. Die Reduction auf 0° C. geschah wie früher;[1]) ebenso ist die Bedeutung der Colonnen in der folgenden Tabelle 35 die frühere,[2]) in der wiederum die Originalbeobachtungen ohne jede Korrektur gegeben werden.

---

[1]) Vergl. pag. 680.

[2]) Vergl. ebenda.

Tabelle 35.

Normal-Buttersäure.

T₁.	T₂.	Ba. o.	Ba. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	Ba. red.	Druck
°C.	°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
16,5	16,0	754,8	2,0	15,3	754,1	17,5	752,0	750,7	1,3
16,0	15,5	753,9	2,0	14,8	753,2	15	751,4	750,0	1,4
21,0	21,0	753,9	2,0	19,1	753,4	17,5	751,3	749,6	1,7
24,5	24,5	753,8	2,0	23,2	753,6	18	751,4	749,4	2,0
26,5	26,5	754,1	2,0	25,7	753,8	16,5	751,8	749,8	2,0
49,0	49,0	749,3	2,7	47,7	752,0	18	749,8	743,8	6,0
52,0	52,0	748,4	2,9	50,7	751,9	17	749,8	742,8	7,0
49,0	49,0	749,1	2,8	48,2	752,0	18	749,8	743,6	6,2
46,0	46,0	747,0	3,0	44,6	748,8	17,5	748,8	743,4	5,4
38,0	38,0	745,3	3,4	35,5	745,0	17	743,0	739,5	3,5
42,0	42,0	744,6	3,4	40,3	745,0	18	742,8	738,5	4,3
46,0	46,0	742,5	3,6	44,7	743,7	17	741,7	736,3	5,4
55,0	55,0	739,2	3,9	54,8	743,3	17,5	741,2	732,6	8,6
60,0	60,0	737,2	4,1	59,6	743,3	17,5	741,2	730,4	10,8
60,0	60,0	738,1	4,0	58,4	743,7	17	741,7	731,5	10,2
61,5	61,0	738,5	3,9	60,8	745,6	15	743,8	732,2	11,6
64,0	63,5	737,2	4,1	63,5	745,8	15,5	744,0	730,6	13,4
64,0	63,0	737,0	4,1	62,8	745,3	16	743,4	730,4	13,0
69,5	69,5	733,5	4,5	68,2	745,4	17	743,4	726,3	17,1
61,0	61,0	738,4	3,9	61,2	745,6	17	743,6	731,8	11,8
57,0	57,0	740,9	3,8	56,4	745,7	17	743,7	734,5	9,2
70,0	70,0	736,2	4,7	69,0	748,5	17	746,5	718,7	17,8
72,0	72,0	734,8	4,9	71,0	748,5	18	746,3	726,9	19,4
75,0	75,0	731,5	5,1	74,0	748,3	19,5	746,0	723,4	22,6
40,0	40,0	747,3	3,5	39,0	747,3	18	745,1	741,1	4,0
37,5	37,5	747,5	3,5	36,8	747,3	18,5	745,1	741,3	3,8
35,0	35,0	748,0	3,5	34,1	747,3	18,5	745,1	741,8	3,3
34,0	34,0	748,1	3,5	33,1	747,3	18	745,1	742,0	3,1
33,0	33,0	748,2	3,5	32,3	747,3	18	745,1	742,2	2,9
32,0	32,0	748,5	3,4	31,0	747,4	18,5	745,2	742,5	2,7
29,0	29,0	749,1	3,4	28,6	747,9	19	745,6	743,1	2,5
27,5	27,5	749,6	3,3	26,5	748,3	20	745,9	743,6	2,3
76,0	75,5	729,4	5,7	74,8	746,5	18,5	744,3	720,7	23,6
78,0	77,5	725,5	6,2	77,0	745,0	20,5	742,6	716,3	26,3

Tabelle 35 (Fortsetzung).

T_1.	T_2.	Ba. o.	Ba. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	Ba. red.	Druck
76,5	76,0	726,7	6,0	75,8	744,9	21,5	742,3	717,6	24,7
73,0	73,5	730,5	5,7	72,3	745,0	22	742,4	721,5	20,9
55,0	55,0	741,5	4,4	54,5	744,9	18	742,7	734,3	8,4
19,0	18,5	746,0	4,0	17,8	743,2	17	741,2	739,4	1,8
74,5	75,0	732,1	6,0	73,4	747,3	20	744,9	723,0	21,9
80,0	80,5	728,2	6,5	78,4	748,8	21,5	746,2	718,2	28,0
84,0	83,5	722,0	7,0	82,7	749,4	21	746,9	711,8	35,1
85,0	84,5	720,6	7,3	84,2	750,5	21,5	747,9	710,0	37,9
70,0	69,5	740,3	5,9	69,5	751,8	16	749,9	731,7	18,2
79,5	80,0	732,5	6,7	77,6	751,8	18	749,6	712,8	26,8
83,0	83,5	726,8	7,2	81,7	751,5	20	749,1	716,5	32,6
83,5	84,0	726,0	7,3	82,2	751,3	20	748,9	715,6	33,3
86,0	85,5	721,0	7,9	85,0	751,1	20	748,7	710,0	38,7
88,0	87,0	718,0	8,3	86,7	751,8	18,5	749,6	706,8	42,8
86,0	85,5	721,2	8,2	85,2	751,4	17	749,3	710,3	39,0
87,0	86,5	719,9	8,3	86,0	751,4	18	749,2	708,7	40,5
86,0	87,0	719,1	9,5	86,2	751,4	20	749,0	707,5	41,5
71,0	71,0	739,8	6,6	70,1	751,4	20	749,0	730,0	19,0
53,0	53,0	749,7	5,6	52,5	751,4	20	749,0	741,1	7,9
48,5	48,5	751,2	5,4	47,8	751,2	19	748,9	742,9	6,0
39,0	39,0	753,6	5,1	38,0	752,0	18	749,8	745,8	4,0
43,0	43,0	747,9	6,3	41,8	745,8	18	743,6	738,9	4,7
41,0	41,0	748,1	6,3	40,5	745,7	18	743,5	739,1	4,4
37,0	37,0	748,3	6,2	36,2	745,2	18	743,0	739,5	3,5
34,5	34,5	748,3	6,2	33,8	745,0	18	742,8	739,5	3,3
31,0	31,0	748,4	6,2	30,2	744,7	19	742,4	739,6	2,8
93,0 [1]	92,5	742,5	55,6	92,0	740,2	18	738,0	683,6	54,4
93,0	92,5	742,0	55,6	92,2	740,0	17,5	737,9	683,1	54,8
91,5	91,5	744,9	55,1	90,8	739,9	19	737,6	686,4	51,2
93,0	92,5	739,6	55,8	92,4	738,3	21	735,8	680,2	55,6
90,5	89,5	746,0	55,0	89,4	738,2	21,5	735,6	687,3	48,3
89,0	88,5	748,0	54,8	88,5	738,3	22	735,7	689,6	46,1
85,5	85,0	754,3	54,3	85,0	738,3	22	735,7	696,2	39,5
84,0	84,0	756,8	54,0	83,4	738,2	22	735,6	699,1	36,5

[1]) Von dieser Beobachtung an ist in der verkürzten Barometerkammer gemessen worden.

Tabelle 35 (Fortsetzung).

T_1.	T_2.	Ba. o.	Ba. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	Ba. red.	Druck
83,0	83,0	758,2	53,9	82,4	738,1	22	735,5	700,6	34,9
82,0	82,0	759,4	53,8	81,7	738,3	22	735,7	701,9	33,8
78,0	78,0	764,9	53,0	77,6	738,4	22	735,8	708,2	27,6
16,5	16,5	785,2	51,6	15,6	735,7	15	733,9	731,7	2,2
14,5	15,0	785,5	51,6	13,7	735,7	15	733,9	732,0	1,9

Die folgende Tabelle 36 bringt die Beobachtungen noch einmal. Dieselben sind nach der Grösse der Tension geordnet und ist bei denselben der Luftkorrektur wie dem Gewicht der Buttersäure Rechnung getragen worden.

Tabelle 36.

Normal-Buttersäure.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0,1	13,7	2,3	34,1	0,6	50,7	18,0	70,1	33,1	82,4
0,3	15,3	2,5	35,5	6,9	52,5	18,4	71,0	34,1	82,7
0,4	14,8	2,5	36,2	7,4	54,5	19,9	72,3	34,7	83,4
0,4	15,6	2,8	36,8	7,6	54,8	20,9	73,4	36,9	84,2
0,7	19,1	3,0	38,0	8,2	56,4	21,6	74,0	37,7	85,0
0,8	17,8	3,0	39,0	9,2	58,4	22,6	74,8	38,0	85,2
1,0	23,2	3,3	40,3	9,8	59,6	23,7	75,8	39,5	86,0
1,0	25,7	3,4	40,5	10,6	60,8	25,3	77,0	40,5	86,2
1,3	26,5	3,7	41,8	10,8	61,2	25,8	77,6	41,8	86,7
1,5	28,6	4,4	44,6	12,0	62,8	25,8	77,6	44,3	88,5
1,8	30,2	4,4	44,7	12,4	63,5	27,0	78,4	46,5	89,4
1,7	31,0	5,0	47,7	12,7	63,6	31,6	81,7	49,4	90,8
1,9	32,3	5,0	47,8	16,1	68,2	32,0	81,7	52,6	92,0
2,1	33,1	5,2	48,2	16,8	69,0	32,3	82,2	53,0	92,2
2,3	33,8			17,2	69,5			53,8	92,4

Aus diesen in der vorstehenden Tabelle mitgeteilten Zahlen wurde die Kurve in Tafel A konstruirt, und nach Einführung der Thermometerkorrektur aus derselben die nachstehenden Werte abgelesen.

Tabelle 37.

Dampfspannkraft der Normal-Buttersäure nach mm. geordnet.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
0 mm	9,4° C.	19 mm	71,4° C.	37 mm	84,6° C.
1	23,7	20	72,4	38	85,2
2	32,1	21	73,4	39	85,7
3	38,0	22	74,3	40	86,2
4	43,1	23	75,1	41	86,7
5	47,3	24	76,0	42	87,2
6	50,6	25	76,8	43	87,7
7	53,5	26	77,6	44	88,2
8	55,9	27	78,4	45	88,7
9	57,9	28	79,1	46	89,2
10	59,7	29	79,8	47	89,6
11	61,3	30	80,4	48	90,1
12	62,8	31	81,1	49	90,5
13	64,2	32	81,7	50	90,9
14	65,6	33	82,3	51	91,3
15	66,9	34	82,9	52	91,8
16	68,0	35	83,5	53	92,2
17	69,2	36	84,1	54	92,5
18	70,3			55	92,9

Tabelle 38.

Kochpunkte der Normal-Buttersäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
13° C.	0,1 mm	40° C.	3,4 mm	67° C.	15,1 mm
14	0,2	41	3,5	68	15,9
15	0,3	42	3,8	69	16,8
16	0,3	43	4,0	70	17,7
17	0,4	44	4,2	71	18,6
18	0,5	45	4,4	72	19,5
19	0,6	46	4,6	73	20,6
20	0,7	47	4,9	74	21,6
21	0,7	48	5,2	75	22,8
22	0,8	49	5,5	76	24,0
23	0,9	50	5,8	77	25,2
24	1,0	51	6,1	78	26,5
25	1,1	52	6,4	79	27,8
26	1,2	53	6,8	80	29,3
27	1,3	54	7,2	81	30,8
28	1,4	55	7,6	82	32,4
29	1,6	56	8,0	83	34,0
30	1,7	57	8,5	84	35,8
31	1,8	58	9,0	85	37,6
32	2,0	59	9,6	86	39,5
33	2,1	60	10,1	87	41,5
34	2,3	61	10,7	88	43,5
35	2,4	62	11,4	89	45,6
36	2,6	63	12,1	90	47,8
37	2,8	64	12,8	91	50,1
38	3,0	65	13,5	92	52,6
39	3,2	66	14,3	93	55,3

Kahlbaum und Schröter.

Isovaleriansäure.

Die letzte der noch in Betracht zu ziehenden Säuren war die Isovaleriansäure aus Amylalkohol, die trotz ihrer Heterogenität nach Hrn. Landolt's Beispiel gewählt werden musste. Auch diese wurde aus einer grössern Menge Säure fraktionirt, die zwischen 174,1° C. und 175,8° C. überging. Die Temperatur wurde mit N. Th. 1396 gemessen, und betrug die Thermometerkorrektur —0,2° C.; gefunden wurde der Sdp. 175,1 bei 751 mm. und 15° C., das gibt korrigirt und auf 760 mm. und 0° C. bezogen als Sdp. der angewandten Säure 175,3. Nach den Angaben von Perkin[1]) ist der Sdp. derselben 175,5 bis 176,5. Der Schmp. wurde zu —36° C. bestimmt und fiel mit dem Erstarrungspunkt zusammen.

Die Temperaturen im Tensionsapparat wurden mit N. Th. 1386 und Th. K. 6 gemessen. Den nötigen Korrekturen ist wiederum in den Spannkraftstabellen Rechnung getragen worden.

Die Höhe der Isovaleriansäuresäule auf dem Barometer betrug 13 mm., was einem Druck von 0,9 mm. Quecksilber entsprach. Die Luftkorrektur war in diesem Falle aussergewöhnlich gross, sie betrug 2,6 mm.

Auch in diesem Falle ergab ein Vergleich vollkommene Uebereinstimmung der Glasskala mit der Kathetometerskala, es war also hiefür keine Korrektur anzubringen. Bei allen Beobachtungen hatte das Tensionsbarometer bis 640 mm. die Temperatur von B. A. Die Reduktion auf 0° C. wurde wie früher ausgeführt[2]), ebenso bleibt die Bedeutung der Kolonnen in der folgenden Tabelle 39 dieselbe[2]), in der wiederum die Originalbeobachtungen ohne jede Korrektur gegeben werden.

---

[1]) Perkin, London. Chem. Soc. Journal. Bd. 45, 1884, pag. 488.

[2]) Vergl. pag. 680.

Tabelle 39.
Isovaleriansäure.

T_1	T_2	Ba. o.	Ba. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	Ba. red.	Druck
°C.	°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
14,5	14,3	843,4	109,9	14,1	736,9	16	735,0	731,5	3,5
13,4	13,3	843,5	110,2	13,0	736,9	16	735,0	731,3	3,7
15,9	15,6	846,2	109,9	15,4	739,9	18	737,7	734,1	3,6
90,5	90,4	818,3	113,2	90,1	739,9	18	737,7	700,6	37,1
91,4	91,3	817,0	113,3	91,1	739,9	18	737,7	699,2	38,5
92,2	92,0	815,5	113,4	91,9	739,9	18	737,7	697,7	40,0
93,0	92,8	814,8	113,4	92,4	740,0	18	737,8	697,0	40,8
93,5	93,4	813,2	113,6	93,3	740,0	18	737,8	695,2	42,6
94,3	94,2	812,2	113,8	93,9	740,1	19	737,8	693,9	43,9
95,9	95,2	810,4	114,0	95,0	740,1	19	737,8	691,9	45,9
66,0	65,9	840,4	110,5	65,7	740,1	16	738,2	725,8	12,4
87,4	87,1	822,7	112,6	87,0	740,3	19	738,0	705,7	32,3
86,5	86,2	824,0	112,8	86,0	739,8	19	737,5	706,8	30,7
88,6	88,2	821,0	112,9	88,1	739,8	19	737,5	703,6	33,9
89,5	89,3	819,4	113,0	89,1	739,8	19	737,5	701,9	35,6
67,4	67,3	836,1	111,1	67,2	736,4	20	734,0	720,8	13,2
66,3	66,2	836,5	111,0	66,1	736,4	20	734,0	721,4	12,6
65,6	65,3	837,5	111,0	65,2	736,9	21	734,4	722,3	12,1
57,0	56,7	841,3	110,6	56,7	737,9	22	735,3	726,7	8,6
50,0	49,7	850,5	109,6	49,4	746,4	19	744,1	737,4	6,7
64,6	64,3	850,1	109,7	64,1	750,3	19	748,0	736,4	11,6
40,5	40,4	856,3	109,0	40,3	751,0	17	748,9	744,2	4,7
43,4	43,2	846,0	110,0	43,0	740,3	16	738,4	733,0	5,4
45,5	45,3	845,6	110,0	45,0	739,8	15	738,0	732,5	5,5
45,9	45,7	844,7	110,2	45,6	739,3	20	736,9	731,1	5,8
50,8	50,6	843,2	110,3	50,5	738,5	18	736,3	729,4	6,9
46,2	46,0	842,8	110,4	45,9	737,3	20	734,9	729,0	5,9
45,8	45,7	842,9	110,3	45,5	737,2	16	735,3	729,6	5,7
42,9	42,7	843,0	110,4	42,6	736,8	18	734,6	729,4	5,2
42,3	42,2	840,5	110,3	42,1	737,5	18	735,3	730,2	5,1
52,7	52,6	841,6	110,5	52,5	737,2	18	735,0	727,6	7,4
54,3	54,1	841,3	110,5	54,0	737,2	18	735,0	727,3	7,7
65,3	65,1	842,1	110,5	64,9	741,8	18	739,6	727,6	12,0

Tabelle 39 (Fortsetzung).

T_1	T_2	Ba. o.	Ba. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	Ba. red.	Druck
°C.	°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
67,4	67,2	841,6	110,5	66,9	742,2	17	740,2	727,2	13,0
68,8	68,5	846,3	110,1	68,4	748,3	19	746,0	732,1	13,9
72,3	72,0	844,1	110,3	71,7	748,0	19	745,7	729,6	16,1
61,5	61,2	845,3	110,1	61,1	743,7	16	741,8	731,6	10,2
62,8	62,6	841,9	110,5	62,4	740,1	17	738,1	727,5	10,6
60,0	59,7	842,2	110,5	59,5	739,6	17	737,6	728,0	9,6
58,9	58,7	842,5	110,4	58,5	739,8	18	737,6	728,4	9,2
76,4	76,1	844,9	110,2	75,9	751,5	16	749,6	730,5	19,1
76,9	77,2	843,7	110,4	77,0	751,5	16	749,6	729,1	20,5
78,7	78,4	842,5	110,5	78,4	751,5	16	749,6	727,8	21,8
57,3	57,1	855,6	109,1	57,0	753,4	17	751,3	742,6	8,7
71,6	71,3	843,6	110,3	71,2	747,5	22	744,8	728,8	16,0
79,8	79,4	838,1	111,0	79,2	747,6	21	745,1	722,4	22,7
80,9	80,7	836,8	111,2	80,5	747,6	21	745,1	721,0	24,1
81,8	81,6	835,8	111,3	81,5	747,6	21	745,1	719,9	25,2
83,1	82,9	834,5	111,4	82,7	747,6	21	745,1	718,4	26,7
84,0	83,6	833,5	111,6	83,8	747,5	20	745,1	717,1	28,0
85,3	85,0	832,0	111,7	85,1	747,5	20	745,1	715,5	29,6
75,2	75,1	841,8	110,6	74,8	747,7	20	745,3	726,8	18,5
38,0	37,9	853,0	109,3	37,8	747,7	20	745,3	740,5	4,8
36,3	36,1	853,0	109,3	36,0	747,6	19	745,3	740,6	4,7
34,4	34,1	853,0	109,2	34,1	747,6	19	745,3	740,8	4,5
30,7	30,5	853,1	109,2	30,4	747,5	18	745,3	741,1	4,2
27,6	27,4	853,2	109,2	27,2	747,5	18	745,3	741,3	4,0
24,6	24,5	853,2	109,2	24,4	747,5	18	745,3	741,5	3,8
20,8	20,7	853,2	109,2	20,5	747,5	18	745,3	741,6	3,7
18,3	18,2	851,8	109,3	18,1	746,0	17	744,0	740,3	3,7
17,7	17,5	851,9	109,3	17,6	746,0	17	744,0	740,4	3,6
17,5	17,3	852,0	109,3	17,3	746,0	17	744,0	740,5	3,5

Die folgende Tabelle 40 bringt die beobachteten Zahlen noch einmal; dieselben sind wiederum nach der Grösse der Tension geordnet und ist bei denselben der Luftkorrektur sowie dem Gewicht der Flüssigkeitssäule Rechnung getragen worden.

Tabelle 40.

Isovaleriansäure.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
0,0 mm	14,1° C.	3,2 mm	49,4° C.	15,6 mm	75,9° C.
0,0	17,3	3,4	50,5	17,0	77,0
0,1	15,4	3,9	52,5	18,3	78,4
0,1	17,6	4,2	54,0	19,2	79,2
0,2	13,0	5,1	56,7	20,6	80,5
0,2	18,1	5,2	57,0	21,7	81,5
0,2	20,5	5,7	58,5	23,2	82,7
0,3	24,4	6,1	59,5	24,5	83,8
0,5	27,3	6,7	61,1	26,1	85,1
0,7	30,4	7,1	62,4	27,2	86,0
1,0	34,1	8,1	64,1	28,8	87,0
1,2	36,0	8,5	64,9	30,4	88,1
1,3	37,8	8,6	65,2	32,1	89,1
1,2	40,3	8,9	65,7	33,6	90,1
1,6	42,1	9,1	66,1	35,0	91,1
1,7	42,6	9,5	66,9	36,5	91,9
1,9	43,0	9,7	67,2	37,3	92,4
2,0	45,0	10,4	68,4	39,1	93,3
2,3	45,6	12,5	71,2	40,4	93,9
2,2	45,5	12,6	71,7	42,4	95,0
2,4	45,9	15,0	74,8		

Aus diesen in der vorstehenden Tabelle mitgeteilten Zahlen wurde die Kurve in Tafel B konstruirt und nach Einführung der Thermometerkorrektur aus derselben die untenstehenden Werte abgelesen.

Tabelle 41.

Dampfspannkraft der Isovaleriansäure nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0,5	24,9	6	59,1	16	75,9	26	85,1	36	91,8
1	35,1	7	61,7	17	77,0	27	85,8	37	92,3
1,5	40,0	8	63,9	18	78,0	28	86,5	38	92,9
2	43,7	9	66,0	19	79,0	29	87,2	39	93,4
2,5	46,5	10	67,8	20	80,0	30	87,9	40	93,9
3	48,9	11	69,4	21	80,9	31	88,6	41	94,4
3,5	51,1	12	70,8	22	81,8	32	89,3	42	94,9
4	53,1	13	72,2	23	82,7	33	90,0	43	95,4
4,5	54,8	14	73,5	24	83,5	34	90,6	44	95,9
5	56,3	15	74,7	25	84,3	35	91,2	45	96,4

Tabelle 42.

Kochpunkte der Isovaleriansäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
15° C.	0,1 mm	58° C.	5,6 mm	77° C.	17,0 mm
20	0,1	59	6,0	78	18,0
25	0,3	60	6,4	79	19,0
30	0,5	61	6,8	80	20,1
35	1,0	62	7,2	81	21,2
40	1,5	63	7,6	82	22,3
45	2,2	64	8,0	83	23,4
46	2,4	65	8,5	84	24,6
47	2,6	66	9,0	85	25,9
48	2,8	67	9,5	86	27,3
49	3,0	68	10,1	87	28,6
50	3,3	69	10,7	88	30,0
51	3,5	70	11,4	89	31,6
52	3,7	71	12,1	90	33,2
53	4,0	72	12,8	91	34,7
54	4,3	73	13,6	92	36,4
55	4,6	74	14,4	93	38,2
56	4,9	75	15,2	94	40,0
57	5,2	76	16,1	95	42,0

Kahlbaum und **Schröter.**

Vergleichen wir nun die mittelst der statischen Methode erhaltenen Zahlen mit den von Herrn Landolt seiner Zeit erhaltenen und mit den früher von uns veröffentlichten, durch wechel letztern die uns beschäftigende Frage in neuen Fluss geraten war, so werden wir aus dem Vergleich die Antwort ablesen können. Dazu soll die folgende Tabelle 43 die Gelegenheit bieten. In derselben haben wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen, nach den Drucken geordnet, zusammengestellt.

Die erste Kolonne unter L bringt die durch Herrn Landolt festgestellten Werte, die Kolonne K_1 zeigt die früher von uns veröffentlichten, mittelst der dynamischen Methode gewonnenen, K_2 die eben von uns mitgeteilten Zahlen, die wie diejenigen des Herrn Landolt aus statischen Bestimmungen abgeleitet sind.

Tabelle 43.

Spannkräfte der fetten Säuren
C_1 C_3 C_4 Iso C_5.
Statisch (L. u. K_2.) und dynamisch (K_1.) gemessen.

Ameisensäure				Propionsäure			
Druck.	L.	K_1.	K_2.	Druck.	L.	K_1.	K_2.
mm.	°C.	°C.	°C.	mm.	°C.	°C.	°C.
5				5			32,5
10				10	24,1		42,0
15			4,4	15	34,1		48,2
20	11,6	19,9	9,7	20	41,1	55,4	52,9
25	15,7	22,0	14,2	25	46,5	59,0	56,7
30	19,2	23,7	17,8	30	51,0	62,8	60,0
35	22,1	25,6	20,8	35	55,0	65,7	62,8
40	24,7	27,3	23,5	40	58,3	68,0	65,3
45	27,2	29,1	25,9	45	61,4	70,0	67,6
50	29,3	30,7	28,1	50	64,2	71,6	69,6
760	100,5	100,6	101,0	760	139,6	139,4	140,7

Tabelle 43 (Fortsetzung).

Buttersäure				Isovaleriansäure			
Druck.	L.	K_1.	K_2.	Druck.	L.	K_1.	K_2.
mm.	°C.	°C.	°C.	mm.	°C.	°C.	°C.
5			47,3	5			56,3
10	28,9	63,6	59,7	10	34,7	71,8	67,8
15	40,8	68,7	66,9	15	46,8	78,5	74,7
20	49,3	73,0	72,4	20	56,0	83,7	80,0
25	55,8	76,9	76,8	25	63,2	88,4	84,3
30	61,3	80,5	80,4	30	69,1	91,6	87,9
35	66,5	83,2	83,5	35	73,9	94,6	91,2
40	70,0	85,9	86,2	40	78,2	97,0	93,9
45	73,5	87,8	88,7	45	82,0	99,8	96,4
50	76,7	90,3	90,9	50	85,9	100,7	
760	162,8	161,5	163,7	760	175,6	173,7	175,3

Die Lehre, die wir aus der vorstehenden Tabelle ziehen müssen, ist die: die statische und die dynamische Methode der Dampfspannkraftsmessung geben übereinstimmende Resultate.

Die grossen von uns festgestellten Differenzen von 40 und mehr Grad, die wir in der Tabelle 2 noch einmal vorgeführt haben, schrumpfen zu nur kleinen Werten zusammen, die ihre Erklärung finden in dem verschiedenartigen Material, das zur Beobachtung benutzt wurde. Die Erklärung der Differenz selbst ist also darin zu suchen, dass die von Herrn Landolt beobachteten Zahlen unrichtige waren, nur die von uns früher gegebenen Zahlen für Ameisensäure waren in der Tat, wir wiederholen es, mit schweren Fehlern behaftet. Ueber den Wert unserer neuen Beobachtungen wollen wir später, wenn wir alle beobachteten Zahlen im Zusammenhange

betrachten, uns aussprechen; hier sei es zunächst versucht, eine Erklärung für die früher beobachteten, so grossen und in ihrem Gange so durchaus regelmässigen Differenzen zu geben, ein Versuch, der bisher im Ernste doch noch von keiner Seite gemacht ist.

Die Herren Ramsay & Young[1]) haben angenommen, dass die Differenzen sich aus „einer ziemlichen Quantität Luft, die die Landolt'schen Barometer enthalten haben müssen", erklären lassen, und auch Herr Schmidt[2]) schliesst sich dieser Erklärungsweise an. Dabei haben aber die Herren erstens den regelmässigen Gang, nach dem die Differenzen für die gleichen Temperaturen mit dem Molekulargewicht der Säure wachsen, übersehen, was zwar bequem, aber doch nicht einwurfsfrei ist; denn bei Inbetrachtziehen dieses Umstandes führt die gegebene Erklärungsweise zu der spasshaften Annahme, dass mit dem Kohlenstoffgehalt die Masse der in der Vakuumkammer enthaltenen Luft zufällig auch immer gewachsen sein müsse. Zweitens spricht gegen diese Annahme die Uebereinstimmung der Beobachtungen Landolt's mit denen Konowalow's für Ameisensäure und denjenigen Regnault's für Wasser; denn die Annahme: „in diesen Fällen müssen die Barometer zufälligerweise luftfrei gewesen sein," [2]) die Herr Schmidt macht, darf doch wohl nicht seriös genommen werden.

Ohne auf die Frage direct einzugehen, kommt Herr Tammann in seiner Arbeit: „Ueber den Einfluss geringer Beimengungen auf die Dampfspannungen von Flüssigkeiten", der Erklärung nahe; denn in der Tat haben wir aus solchen die Erscheinung zu erklären, nur muss es eine ganz bestimmte Beimengung sein.

---

[1]) Deutsch. Chem. Gesellsch. Ber. Bd. 19. 1886, pag. 2110.

[2]) Zeitschrift f. physikal. Chem. Bd. 7, 1891, pag. 437.

Den rechten Schlüssel aber zu der offenbar sehr auffallenden Regelmässigkeit in dem Wachstum der Differenzen und damit die Erklärung des ganzen Phänomens finden wir in der Beobachtung des Herrn Konowalow, dass die Tensionen der fetten Säuren in verschiedenem Masse durch den Gehalt an Wasser beeinflusst werden und das in folgender Weise.

Bei gleichem Wassergehalt werden die Tensionen der höheren Fettsäuren stärker erhöht, als die der niederen, und ausserdem wächst für jede Säure die Tension mit der Temperatur. Aus diesem doppelten Einfluss resultirt eine Bewegung, die sich genau mit derjenigen der von uns beobachteten Differenzen deckt: bei gleichen Drucken sowohl als bei gleichen Temperaturen müssen die Differenzen mit dem Kohlenstoffgehalt wachsen, wenn die Säuren etwa in gleichem Masse feucht sind.

Ist eine geringe Menge einer Säure in der Vakuumkammer eines Barometers eingeschlossen, und enthält diese Säure etwas Feuchtigkeit, so wird zwar während des ganzen Verlaufes an diesem Verhältnis nichts geändert, der Einfluss aber der gleichen geringen Menge Feuchtigkeit wird bei der Aenderung des Lumens der Barometerkammer, wie sie durch die Aenderung der Tension der Säure bedingt ist, sehr wesentlich geändert werden können, und zwar so, dass bei niederen Drucken, d. h. also bei geringer Ausdehnung der Kammer, derselbe mehr zur Geltung kommen muss; es wird demnach der Einfluss der Feuchtigkeit auch in diesem Sinne ein Verhalten zeigen, das genau demjenigen der von uns beobachteten Differenzen entspricht.

Dass der Einfluss der gleichen Menge Feuchtigkeit auf die Tension der Säuren mit der Molekulargrösse wächst, hat Geltung für die Säuren von der Essigsäure

an aufwärts. Anders bei der Ameisensäure. Hier wird im Gegenteil durch einen geringeren Gehalt an Feuchtigkeit die Tension vermindert.

Da nun die Barometer des Herrn Landolt zweifellos nicht absolut luftfrei waren, so wird die in der Vakuumkammer enthaltene Luft wie bei allen, so auch bei der Ameisensäure, die Tension in geringem Masse erhöht haben; der Wassergehalt der Säuren dagegen erniedrigte sie, und es resultirte alsdann eine Tension, die der wahren ungefähr gleich kam.

Diese Unschädlichkeit oder gar Nützlichkeit eines geringen Feuchtigkeitgehaltes der Ameisensäure erklärt es auch, warum bei Konowalow's[1]) Beobachtungen über die Tension von Säuregemischen, die von diesem erhaltenen Zahlen mit denjenigen Landolt's stimmten, und ebenso, warum bei den Versuchen von Emden[2]) über die Tension der Salzlösungen verhältnissmässig leicht eine Uebereinstimmung mit den Zahlen Regnault's für das Wasser erzielt wurde; nicht die in den Barometern eingeschlossene Luft ist es, die zu schweren Fehlern bei der Bestimmung der Tensionen Anlass gibt, vielmehr ist es die Unmöglichkeit, gewisse Stoffe vor jeder Wasseraufnahme zu schützen.

Die Annahme, dass der Grund der Differenzen, wie auch ihre regelmässigen Bewegungen, in der Anwendung nicht absolut trockener Säuren seitens des Herrn Landolt zu suchen sei, wird also durch die Tatsachen vollauf bestätigt und erklärt auch die dem Herrn Schmidt so „räthselhafte" Uebereinstimmung der Tensionszahlen Landolt's für Wasser mit denen von Magnus & Regnault, da Feuchtigkeit das Wasser ja nicht verunreinigt; aller-

---

[1]) Wiedemann Annal. Bd. 14, 1881, pag. 34.

[2]) Wiedemann Annal. Bd. 31, 1887, pag. 145.

dings konnte Herr Schmidt, da wir den wahren Grund dieser Erscheinung ihm noch nicht mitgeteilt hatten, denselben auch nicht entdecken.

Die Zahlen haben erwiesen, dass in der Tat beide Methoden übereinstimmende Resultate ergeben, und doch sind, und das nicht von uns allein, für die Divergenz beider Methoden schwerwiegende theoretische Gründe ins Feld geführt worden; wir sagten das eine Mal, bei der statischen Methode wäre für die an der Oberfläche befindlichen Molekeln nur eine Partialkohäsion zu lösen, das andere Mal, bei der dynamischen Methode müsse für die Molekeln im Innern der Flüssigkeit die Gesammtkohäsion gelöst werden, und dieser Unterschied müsse sich in den Resultaten beider Methoden geltend machen.

Gegen diese Auffassung dürfte ein begründeter Einwurf wohl kaum gemacht werden können, und doch widersprechen die Tatsachen diesen Anschauungen. Wie ist das zu erklären?

Grove[1]) gelangt zu dem Schluss, dass noch niemand habe reines Wasser sieden sehen. Tomlinson[2]) hat diesen Schluss einen „erschreckenden" genannt; wir haben uns dieser Ansicht früher[3]) angeschlossen. Und doch ist Grove im Recht, wenn man unter Sieden ein Kochen aus dem Inneren der Flüssigkeit heraus, mit dem Auftreten von Dampfblasen, versteht.

Um das Siedephänomen zu erzeugen, müssen die kleinsten Teilchen, die Molekeln der Flüssigkeit, soviel an lebendiger Kraft gewinnen, dass sie sich aus der Anziehungskraft ihrer Nachbarmolekeln befreien können; ein solches Befreien ist aber nur an einer Ober-

---

[1]) London, Chem. Soc. Journal. Ser. 2 Bd. 1, 1863, pag. 263.

[2]) Phil. Mag. IV. Serie, Bd. 37, 1869, pag. 161.

[3]) Kahlbaum, Siedetemperatur und Druck, pag. 127.

fläche der Flüssigkeit möglich. Haben wir eine vollkommen reine Flüssigkeit, so wird man die lebendige Kraft der Molekeln im Innern der Flüssigkeit beliebig weit steigern können; und doch wird es denselben nicht gelingen, sich aus der Anziehungssphäre ihrer Nachbarmolekeln frei zu machen, denn wohin immer sie sich wenden mögen, werden sie auf gleichartige Molekeln stossen und zu denselben in ein gleiches Abhängigkeitsverhältniss treten müssen wie zu denen, die sie eben verlassen haben. Ein freies Durchmessen des Raumes ist nicht möglich, weil ein freier Raum nicht vorhanden ist. Befinden sich aber, seien es Luftbläschen, seien es andre Fremdkörperchen, die alle stets auch Luftträger sind, in der Flüssigkeit, so ist einmal die Flüssigkeit keine absolut reine mehr; und zweitens finden sich an den Stellen, an denen diese Körperchen sich befinden, Oberflächen im Innern der Flüssigkeit, und von diesen Oberflächen aus gelingt es denn tatsächlich auch den im Innern befindlichen Molekeln, einen Raum zu erreichen, den sie nun frei durchmessen können. Hier findet also eine Verdampfung statt, aber eben doch auch nur an einer Oberfläche.

Wir haben oben nachgewiesen, dass bei der zweifellos dynamischen Methode, nach der wir die Kochpunkte des Quecksilbers bei niederen Drucken bestimmten, doch nur ein Verdampfen von der Oberfläche stattfand. Nach dem eben Gesagten hat das auch für alle anderen von uns bestimmten Flüssigkeiten Geltung. Wir haben in allen Fällen Luft durch die Flüssigkeit treten lassen, die in kleinen Bläschen in den Flüssigkeiten aufstieg. Die Grenzflächen dieser Bläschen stellten die Oberflächen dar, von denen aus die Flüssigkeit verdampfen konnte; nur an solchen, und etwa noch an einigen anderen Stellen, an denen lufttragende, das Sieden erleichternde Körperchen sich fanden, war Dampfentwicklung zu beob-

achten. Bei den später zu beschreibenden dynamischen Versuchen bei sehr niederen Drucken konnte das auf das deutlichste beobachtet werden; die kleinen Bläschen äusserst verdünnter Luft, die in beobachtbaren Intervallen in der Flüssigkeit aufstiegen, wuchsen dabei auf das Vieltausendfache ihrer Grösse an, und nur, und allein nach ihnen hinein fand das Verdampfen statt.

Daraus folgt also, dass auch bei Anwendung der dynamischen Methode, wie wir sie handhaben können, ein Verdampfen nur an Oberflächen stattfindet, nicht aber wird die Gesammtkohäsion für im Innern der Flüssigkeit befindliche Molekeln gelöst, deshalb müssen auch die beiden Methoden übereinstimmende Resultate geben.

Gelänge es uns die dynamische Methode so zur Anwendung zu bringen, dass ein Sieden wirklich aus dem Innern der Flüssigkeit heraus stattfände, so würde das Gegenteil der Fall sein, die dynamische Methode müsste, von der statischen Methode verschiedene, Resultate geben; denn, so sagen wir mit Regnault: „Théoriquement les deux méthodes présentent une différence essentielle.“

Wir haben oben darauf hingewiesen, welchen, und einen wie regelmässigen Einfluss mitgeführte Feuchtigkeit auf die Tensionsbestimmungen der Stoffe aufzuüben vermag. Es ist aber gar nicht möglich, die Stoffe absolut trocken in die Barometer einzuführen. Das unvermeidliche Berühren mit atmosphärischer Luft wird stets Gelegenheit zu neuer Wasseraufnahme bieten. Während aber die Feuchtigkeit auf die Bestimmungen nach der statischen Methode von sehr erheblichem Einfluss ist, wird dieselbe bei den dynamischen Bestimmungen kaum nennenswert in Betracht kommen. Handelt es sich um Stoffe, die höher sieden als Wasser, so werden die

letzteren schon bei längerem Sieden, oder gar schon beim Hängen im luftleeren Raum, so gut wie ganz frei von Feuchtigkeit werden, wogegen das geschlossene Vakuum bei der anderen Methode eine Minderung des Wassergehaltes ausschliesst. Es wird infolgedessen ausserordentlich schwer, ja unmöglich sein, vollkommene übereinstimmende Resultate nach beiden Methoden zu erzielen. Da nun, wie wir weiter gezeigt haben, sich auch theoretisch eine Divergenz beider Methodeu sehr wohl begründen lässt, so war es absolut notwendig, sich einmal der nicht geringen Mühe zu unterziehen, für eine Reihe von Stoffen beide Methoden nebeneinander auszuführen, um die Frage endgültig aus der Welt zu schaffen. Ein blosses Ausführen dynamischer Bestimmung, wie das durch Herrn Richardson[1]) geschehen ist oder wie es Herr Schmidt[2]) ohne unsere Unterstützung ausgeführt hat, liess das Ganze der Frage, wir wiederholen es, völlig unberührt. Da nun aber unsere Untersuchungen nachgewiesen haben, dass in der Tat die Resultate beider Methoden identisch sind, so darf fürder die dynamische Methode die statische ersetzen. Damit wird eine der schwierigsten Aufgaben der gesammten messenden Physik aus dem Arbeitsfelde derselben ausgeschlossen, indem die Spannkraftsmessungen bei gegebener Temperatur durch die Messungen der Kochpunkte bei gegebenen Drucken ersetzt werden; dass das erlaubt ist für homogene Stoffe zeigen die mitgeteilten Zahlen, ob es aber für alle anderen Stoffe auch erlaubt sein wird, z. B. für Lösungen und Mischungen, das bleibt noch zu untersuchen.

Um sich von dem Einfluss, den die Adhäsion auf den Kochpunkt ausübt, frei zu machen, wird ausnahmslos die Siedetemperatur jeder Flüssigkeit im Dampf ge-

---

[1]) Richardson, Dissertation, Bristol 1886.

[2]) A. a. O. Zeitschrift für physik. Chemie.

messen; das aber ist unmöglich, wo es sich um die Bestimmung der Siedepunkte von Lösungen oder Gemischen handelt, dabei muss in allen Fällen die Temperatur in den Flüssigkeiten selbst gemessen werden. Es wird sich also für uns zunächst darum handeln müssen, nachzuweisen, dass unter gewissen Vorsichtsmassregeln die Temperatur, in der Flüssigkeit gemessen, mit der im Dampf gemessenen vollkommen übereinstimmt, dass man also, anstatt im Dampf, auch in der Flüssigkeit selbst den Siedepunkt messen kann.

Soweit nicht grosse, maschinengetriebene Luftpumpen zu Gebote stehen, besitzen wir bis heute noch kein Mittel, bei dynamischen Bestimmungen das Vakuum, in dem eine Flüssigkeit kocht, wesentlich weiter als etwa 10 mm., das ist die durch die Tension des Wasserdampfes bedingte Grenze der Leistungsfähigkeit der Wasserluftpumpen, auszudehnen. Sollte also die dynamische Methode die statische vollkommen ersetzen, so müsste auch das zu erreichen erstrebt werden; in welcher Weise uns das gelungen ist, mag der folgende zweite Teil unserer Arbeit lehren.

Nach unseren vorstehenden Entwicklungen haben wir also im folgenden zweiten Teil unserer Arbeit folgende Aufgaben zu lösen. Erstens: eine Methode zur Anwendung zu bringen, die gestattet, den Kochpunkt einer Flüssigkeit nicht im Dampf, sondern in dieser selbst zu messen. Und zweitens: einen Apparat zu ersinnen, der gestattet, solche Messungen auch bei den allerniedrigsten Drucken vorzunehmen.

Nach den schönen und so ausserordentlich zweckentsprechenden Arbeiten von Beckmann, über die praktische Anwendbarkeit der Raoult'schen Methode der Bestimmung der Molekulargrösse aus der Aenderung des

Siedepunktes, war es nicht schwer, einen geeigneten Weg zur Lösung der ersten Aufgabe zu finden; es handelte sich nur darum, zu versuchen, ob Beckmann's Methode auch bei vermindertem Druck anwendbar sei. Dass das in der Tat der Fall ist, zeigen die folgenden Zahlen.

Ein Glasbirne wurde, in geeigneter Weise mit einem Schlangenkühler verbunden, an eine Wasserpumpe gehängt, nach Beckmann's Angaben zur Hälfte mit Siedeerleichterern gefüllt, und wegen des nicht einheitlichen Charakters der Säure mit Isovaleriansäure aus Amylalkohol beschickt, ein Thermometer tauchte in die Flüssigkeit selbst. Aus einer Reihe von Versuchen wurden die unten in Tabelle 44 unter „Flüssigkeit" mitgeteilten Zahlen gewonnen, wir vergleichen dieselben, ohne auf die Einzelheiten dieser von Herrn Dr. A. Puff angestellten Vorversuche weiter einzutreten, mit den gleichzeitig im Dampfe gemessenen Temperaturen.

Tabelle 44.

Kochpunkte der Isovaleriansäure gemessen in:

Druck.	Flüssigkeit.	Dampf.	Differenz.
mm.	°C.	°C.	°C.
10	75,5	75,5	0,0
15	80,1	80,1	0,0
20	85,2	85,2	0,0
25	88,6	88,6	0,0
30	92,8	92,6	0,2
35	95,0	95,0	0,0
40	97,8	97,8	0,0

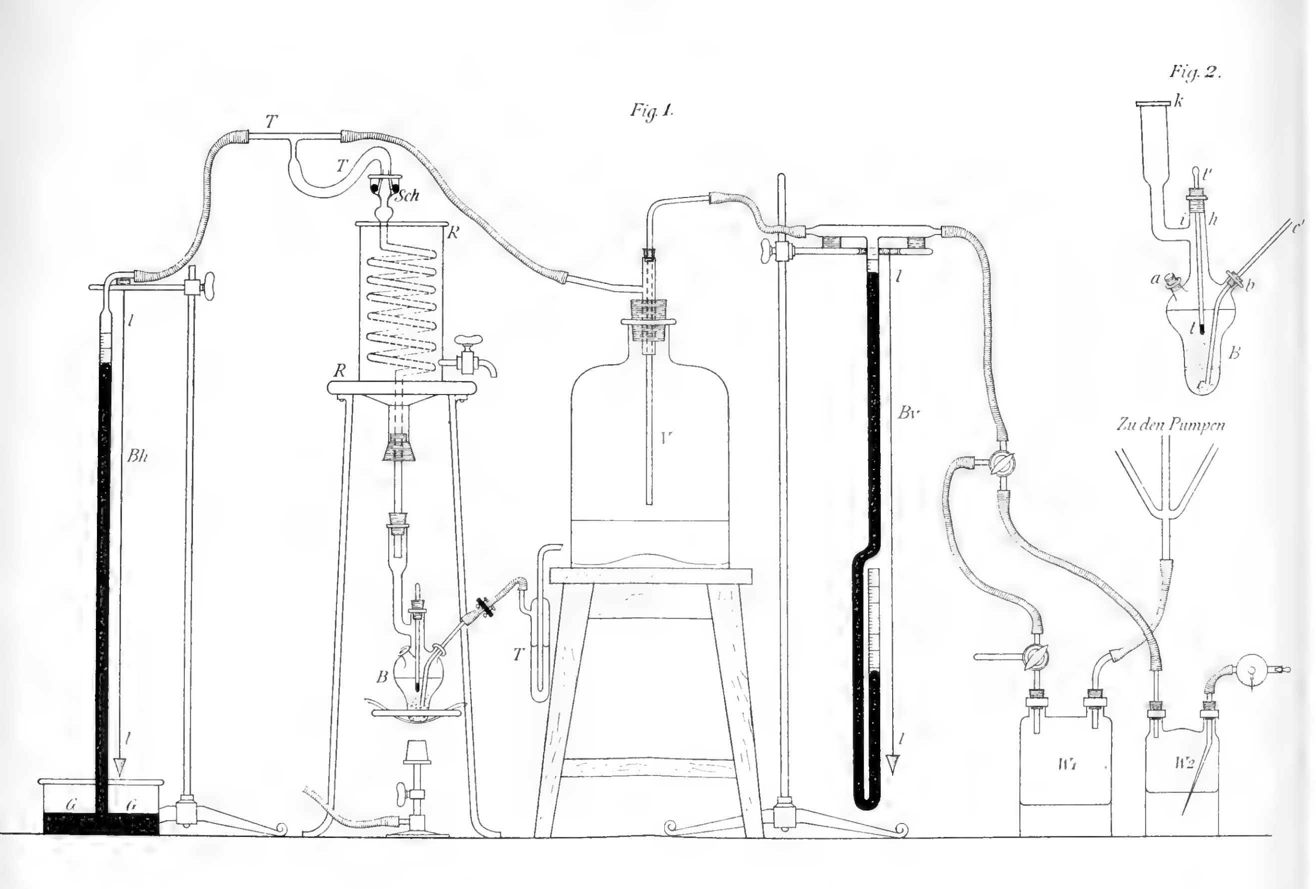
Diese Zahlen zeigen eine ganz vorzügliche Übereinstimmung und weisen aus, dass die Methode durch-

aus anwendbar ist, d. h. also, dass es gestattet ist, die Temperatur, statt im Dampfe der Flüssigkeit, in dieser selbst zu messen, wenn nur eine genügende Anzahl von Siedeerleichterern angewendet wird.

Wir gehen nun zu einer Beschreibung des Apparates über, wie wir denselben für die Ausführung der endgültigen Bestimmungen angewandt haben.

Apparat zur Bestimmung des Kochpunktes, gemessen in der Flüssigkeit selbst, unter Anwendung der Wasserluftpumpe.

Der Apparat Fig. 1., Tafel 12, besteht aus der eigentlichen Beckmann'schen Siedebirne *B*, die, vergl. Fig. 2, zwei niedere Stutzen *a* und *b* trägt und dazu an ihrem Hals *h* bei *i* den rechtwinklig nach oben gebogenen Vorstoss *i, k*. Stutzen *a* ist zum Einfüllen der Flüssigkeit bestimmt. Stutzen *b* trägt die bis auf den Boden der Birne reichende dickwandige Kapillare *c', c*. Durch den Hals *h* führt das etwa 1 cm. unter die Oberfläche der Flüssigkeit tauchende Thermometer *t', t*. In den Vorstoss *i, k* mündet, Fig. 1, das als Rückflusskühler wirkende Schlangenrohr *R R*, das in seinem oberen Ende in einen Stempelschliff mit Quecksilberverschluss *Sch* endet. Auf diesen Stempel passt das Glasrohr *T*, das einerseits über einen Gummischlauch zu dem freihängenden Barometer *B h* führte. Das andere Ende des Rohres war mit einer zum Teil mit Schwefelsäure gefüllten, etwa 10 Liter fassenden Vorlegeflasche *V* verbunden; diese Flasche diente teils als Vakuumregulator, teils auch als Absorbtionsgefäss für etwa übersteigende Dämpfe. Aus *V* heraus führte ein anderes Rohr zu einem T-stück, an welches das Heberbarometer *B v* angeschmolzen war; auch dieses war frei aufgehängt. Der dritte Weg des T-stückes leitete zu einem Dreiwegehahn, dessen einer


Fig. 1.
T
T
Sch
R
R
l
Bh
l
G
G
B
T
V
l
Bv
l
W1
W2
Fig. 2.
k
l'
i
h
c'
a
b
t
B
Zu den Pumpen

Arm mit der Woulfe'schenflasche W_2 verbunden war, durch welche in früher geschilderter Weise[1]) die Leistungsfähigkeit der Pumpen regulirt werden konnte. Der dritte Arm des Dreiwegehahnes führte über einen zweiten Dreiwegehahn in die Trockenflasche W_1, deren zweiter Tubulus über die notwendigen Trockenvorrichtungen zu den drei Wasserpumpen leitete. Der Kapillare war, mittelst Pumpenschlauch verbunden, noch eine schwefelsäuregefüllte Trockenflasche vorgelegt, so dass nur trockene Luft in den Apparat eintreten konnte. Um die Luftzufuhr durch die Kapillare genau regeln zu können, trug der verbindende Atmosphärenschlauch eine Schraubenklemme, die das auf das beste gestattete.

Um das schwierige Ablesen des Quecksilberstandes im Barometergefäss entbehrlich zu machen, war für das eine Barometer Bv die Heberform gewählt; das andere Bh tauchte in ein sehr weites Glasgefäss GG, dessen Durchmesser so gewählt war, dass auch die grösste Höhendifferenz des Quecksilbers im Barometerrohr selbst einen merkbaren Einfluss auf die Höhe des Quecksilbers in GG nicht hatte, und somit eine einmalige mit grösster Genauigkeit ausgeführte Ablesung genügte. Die Teilung der Barometer in 1 mm. auf dem Glas selbst war ebenfalls kontrolirt. Für genaue senkrechte Stellung der Quecksilbersäulen war, wie gesagt, durch freies Aufhängen der Barometer Sorge getragen; zwei daneben gehängte Lothe l, l gestatteten die Unveränderlichkeit fortdauernd zu kontroliren. Jedem Barometer war ein Thermometer beigegeben, das die Temperatur des Quecksilbers mass. Als Druck im Apparat wurde, da zuweilen kleine Ungleichheiten der Ablesungen sich herausstellten, stets das Mittel beider Angaben angesehen. Die Ablesungen geschahen

---

[1]) Vergl. pag 598,

wie früher, bald mit bewaffnetem, bald mit unbewaffnetem Auge. Bei einigen Versuchen wurde statt des Heberbarometers ein Gefässbarometer wie *Bh* angewandt; es ist das jeweilen aus den Tabellen ersichtlich. Die Temperaturmessungen in der Flüssigkeit wurden mit den gleichen Thermometern, wie bei den bisher beschriebenen Versuchen, vorgenommen. Ueber die Art und Weise, in der ein einzelner Versuch ausgeführt wurde, soll in folgendem berichtet werden.

War der ganze Apparat auf das sorgfältigste getrocknet worden, was am besten durch Hindurchleiten von trockener Luft geschah, so wurde der Zapfen des Tubulus *a* der Siedebirne gelöst, und durch denselben so viel Flüssigkeit in dieselbe gegossen, dass das Thermometer bis über die Kugel von derselben umspült war, die Siedebirne durch Asbestmantel und Asbestschirme, wie sie ebenfalls Beckmann angiebt, geschützt, und der ganze Apparat nach Möglichkeit evakuirt. Die sehr fein regulirbare Flamme wurde entzündet, und nun in der Weise beobachtet, dass entweder die Pumpen in fortwährender Tätigkeit blieben und so bei äusserst langsamem sich minderndem Luftdruck beobachtet wurde — die Dauer des Evakuirens konnte sowohl durch die Regulirflasche W_2, als auch durch Einschalten von noch anderen grossen Vorlegeflaschen äusserst genau gehandhabt werden, — oder aber es wurde in der Weise bei wachsendem Druck beobachtet, dass der bis zur Wirkungsgrenze der Wasserpumpen evakuirte Apparat, dessen Gesammtlumen durch Ausschalten der Vorlegeflaschen verringert werden konnte, sich langsam durch die in die Siedebirne eintretende trockene Luft wieder füllte. Es wurde also sowohl bei sinkendem, als bei steigendem Drucke beobachtet. Die Druckänderung gieng in allen

Fällen so langsam vor sich, dass sie auf die Ablesungen keinerlei störenden Einfluss haben konnte.

Abgelesen wurde in der Weise, dass zunächst der Stand des einen Barometers notirt wurde, dann der Siedepunkt, darauf das den Luftdruck anzeigende Barometer, darauf das zweite Barometer am Apparat, die Temperatur des Quecksilbers in den Barometern, und zum Schluss noch einmal der Siedepunkt der Flüssigkeit. Das Sieden fand fast ausnahmslos so ruhig statt, dass der Siedepunkt sich völlig konstant zeigte; war das nicht der Fall, so wurde die Bestimmung verworfen. Auf diese Weise angestellt, nahm die Ausführung einer Bestimmungsreihe für einen Stoff etwa 10 Tage in Anspruch.

Ausgeführt wurden auch alle diese Messungen, ausnahmslos, können wir sagen, von Herrn Schröter.

Kahlbaum.

Nicht so leicht wie die erste uns gestellte Aufgabe, war die zweite zu lösen, einen Apparat zu ersinnen, der mit einfachen Mitteln erlaubte, die Luftverdünnung trotz ständiger Luftzufuhr auf das äusserste Mass zu steigern. Wie wir schon betonten, waren Vorarbeiten in der Richtung noch nicht gemacht, denn das Aufstellen grosser mechanischer Pumpen, die in der Tat eine Verdünnung bis zu 2 mm. etwa erlauben, musste der hohen Kosten wegen als ausgeschlossen betrachtet werden, sahen wir doch, wie wir sagten, es als unsere Aufgabe an, für mit gewöhnlichen Mitteln ausgestattete Laboratorien Brauchbares zu schaffen.

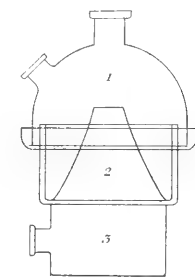
Die Wirkung der Wasserluftpumpen bleibt der Tension des Wasserdampfes wegen beschränkt. Die Anwendung automatischer Quecksilberluftpumpen, wie sie bisher bekannt, schien wegen des langsamen und durch Heben und Senken discontinuirlichen Arbeitens nicht wohl anwendbar; es musste also versucht werden, die kleine, früher beschriebene Handquecksilberpumpe, die von diesen beiden Mängeln frei war und sich zugleich durch die Einfachheit ihrer Konstruktion auszeichnete, für automatischen Betrieb einzurichten.

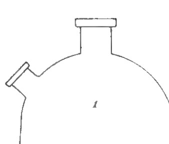
Bei der kleinen Pumpe wird das in der Vorlegeflasche sich sammelnde, übergeflossene Quecksilber von Hand in das Quecksilberreservoir übergeschüttet; das musste fortfallen, und dafür das Quecksilber automatisch in das Reservoir gehoben werden. Quecksilber kann mechanisch oder durch Luftdruck gehoben werden; ersteres setzt besondere, durch eigene Triebkraft in Bewegung gesetzte Vorrichtungen voraus, das war von vornherein auszuschalten; es blieb also das Heben mittelst atmosphärischer Luft. Aus dem Reservoir gelangt das Quecksilber durch Luftdruck in Luftfang- und Einflussrohr, das Reservoir durfte desshalb nicht evakuirt werden, um dadurch das Quecksilber aus dem Sammelgefäss in dasselbe zu heben; wohl aber konnte in das Reservoir ein Rohr eingeführt werden, das als Barometer dienen konnte; gelang es, bis in die Kammer desselben hinein das übergelaufene Quecksilber zu heben, so musste dasselbe, unten abfliessend, das Reservoir immer von neuem füllen.

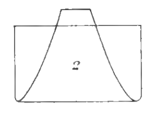
Damit war die Aufgabe zur folgenden einfacheren geworden. Das Quecksilber musste über die, durch das spezifische Gewicht desselben und den Atmosphärendruek gegebene Grenze gehoben werden; die erste Möglichkeit, das zu tun, wäre die Anwendung von Druckluft, diese setzt aber einen geschlossenen Apparat voraus. Es schien

Fig. 1.

Fig. 2.







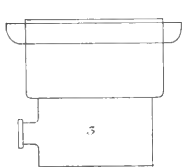


Fig. 3.

daher einfacher, dasselbe auf anderem Wege zu versuchen. Oft genug, und nicht immer zur Befriedigung, war beobachtet worden, dass beim Messen der Leistungsfähigkeit der kleinen Wasserluftpumpen mittelst der Barometerprobe, durch vorzeitiges Fortziehen oder unruhiges Halten des Quecksilbergefässes Luft in die Messröhren gelangend, das Quecksilber weit über 760 mm. in die Wasserpumpen gerissen wurde. Diese unerwünschte Leistung beigemischter Luft wurde in Dienst zu stellen versucht, und in der Tat gelang es sehr bald, durch Zuführung von Mischluft das Quecksilber weit über die gewohnte Grenze von 760 mm. zu heben, ohne Anwendung von Druckluft oder Ventilen irgend welcher Art. Damit war die Aufgabe gelöst. Nur auf möglichstes Ausscheiden der beigemengten Luft und richtige Wahl der Mengenverhältnisse war noch Rücksicht zu nehmen.

Die nach diesen Grundsätzen ausgeführte Pumpe hat sich auch für rein physikalische Zwecke und in der Elektrotechnik für die Glühlampen-Fabrikation wohl bewährt. Für diese besonderen Zwecke sind eine Reihe von Modifikationen und Verfeinerungen notwendig geworden, die hier zu beschreiben nicht am Platze wäre; es genügt, auf den folgenden Seiten die Pumpe zu beschreiben, wie wir sie angewendet haben, und wie sie auch mit unwesentlichen Modifikationen in der chemischen Industrie Eingang gefunden hat.

Automatische Quecksilberluftpumpe.

Der auf Tafel 13 dargestellte Apparat besteht naturgemäss aus zwei Teilen, der eigentlichen Pumpe, und dem Quecksilberhebeapparat. Die Pumpe ist die früher beschriebene. In dem Pumpenkörper K mündet das Quecksilberzuleitungsrohr c, d', dem das engere Einfluss-

rohr *d* eingeschmolzen ist; vom Pumpenkörper führt bei *a* das Fallrohr in die vorgelegte Flasche *k, l*, der bei *m* ein nach unten gebogener Stutzen angeblasen ist. Dem Luftfang *N* ist eine etwas andere Form gegeben worden; in das pilzförmige Glasgefäss *n* taucht das Rohr *p*, das dem Zuleitungsrohr *d', c* bei *d'* angeschmolzen ist, fast bis auf den Boden; gerade im andern Sinne führt das Rohr *r* dicht bis unter die Wölbung des, das seitlich abgebogene Rohr *z* tragenden Stutzens; das zugeführte Quecksilber fliesst beim Pumpen aus *r* innerhalb des luftverdünnten Raumes in *N* über und wird am unteren Ende des Luftfanges wieder fortgesogen. Die ihm dadurch erteilte Bewegung ist geeignet, es möglichst von Luft zu befreien. *r* ist von seinem unteren Ende aus mittelst des Atmosphärenschlauches D_3 mit dem Quecksilberreservoir *R* verbunden; demselben ist eine besondere Form, wie sie die Zeichnung zeigt, gegeben worden; der Vorteil derselben besteht darin, dass es nicht nötig ist, auf die Einstellung der Höhe des Reservoirs besondere Sorgfalt zu verwenden, da das der grossen Kugel angeschmolzene weite Rohrstück selbsttätige Einstellung gestattet. Bei *b* mündet das zum Apparat führende Rohr *g* in den Pumpenkörper *K*; dasselbe trägt, als Nebenapparate wiederum, das Manometer *M* und den Vakuumprüfer *S*, dazu den Hahn *H*. Das ist die Pumpe.

Der Hebeapparat ist auf dem beweglichen Schlitten *F* angebracht, der auch das Reservoir *R* auf einem durchlochten Konsol trägt, welches leider auf der Zeichnung anzubringen vergessen ist. Zusammen setzt sich der Hebeapparat aus der Quecksilbersammelflasche *Q*, die durch den Schlauch *G* mit *k, l* verbunden ist, dem Heberohr *H*, und dem Barometerrohr *B*. Das Sammelgefäss ist in Fig. 3 der Tafel noch besonders gezeichnet; N° 3, Fig. 3, zeigt die Form des eigentlichen Sammelgefässes, in dessen

ausgestülpten oberen Teil der Cylinder N⁰ 2 passt, dessen Boden nach innen gezogen und oben abgeschnitten ist; N⁰ 1, mit zwei Tubuli versehen, passt in den oberen umgefalteten Rand des erweiterten Teiles von 3. Durch den oberen Tubulus von 1, und den abgeschnittenen Boden von 2, führt das Heberohr *H* Fig. 1 bis fast auf den Boden von *Q*; etwa 2 cm. über seinem unteren offenen Ende trägt *H* bei *O* eine kleine kreisrunde Oeffnung von ± 0,5 mm. Durchmesser; das oberste Ende von *H* ist mittelst gut passenden Gummischlauches mit dem aus der Erweiterung des Barometerrohres *B* abführenden, nach unten gebogenen, gleichweiten Rohr *h* verbunden. Der untere engere Teil von *B*, der bei *u* hakenförmig nach oben gebogen ist, taucht bis in den untersten Teil von *R*. Oben an *B* ist ein knieförmig gebogenes Rohr angeschmolzen, das bei *l* zur Kugel aufgeblasen ist, und an seinem anderen Ende den Dreiwegehahn 3 W_1 trägt; die beiden noch freien Wege desselben tragen Atmosphärenschläuche, von denen der eine D_2 zu dem Hahn *H* des Rohres *g* und somit zur Pumpe zurückführt. Der andere Schlauch *D* führt zu einem zweiten Dreiwegehahn 3 W_2, der in einer mit Phosphorsäureanhydrid gefüllten Flasche steckt, von der ein zweites Rohr über einen Trockenapparat zur Wasserpumpe führt.

An allen Stellen, wo das Quecksilber mit Luft in Berührung kommen kann, sind Chlorcalciumröhren vorgelegt. Um die durch *o* mitzureissende, zum Heben des Quecksilbers zu verwendende Luft möglichst rein einzuführen, wird dieselbe durch Watte filtrirt. Das geschieht, indem man dieselbe durch einen ½ Litr. Kolben, dem unten ein Rohr angeschmolzen ist und der mit Watte Lagenweise angefüllt ist, durchsaugt; diese Luft wird noch besonders durch einen guten Trockenapparat getrocknet und der letzten Spuren Feuchtigkeit dadurch

beraubt, dass No. 2, Fig. 3, der Einsatz des Sammelgefässes Q, mit Phosphorsäureanhydrid gefüllt wird. Um den Eintritt anderer Luft in Q zu vermeiden, wird der umgefaltete Rand des unteren Teiles mit Quecksilber als Sperrflüssigkeit gefüllt.

Dass für guten Verschluss aller Kautschukstöpsel und Schlauchverbindungen Sorge getragen werden muss, ist selbstverständlich und braucht nicht besonders erwähnt zu werden. D_3 darf nicht gefettet werden, bei D und D_2 hat das jedoch keinen Anstand. Von Vorteil ist es beim Ueberstülpen sowohl, als bei etwaigem Lösen der Kautschukschläuche vom Glas, dieselben etwas anzuwärmen; solch Erweichen der dickwandigen Schläuche erleichtert diese sonst immer Gefahr drohende Operation wesentlich.

Der vorbeschriebene Apparat ist in Deutschland, Oesterreich, der Schweiz, England und Frankreich durch Patent geschützt; für Amerika das gleiche zu erreichen, sind die Vorbereitungen getroffen.[1])

Ist der Apparat und auch der Luftfang, wie das bei der Handpumpe beschrieben, mit Quecksilber gefüllt, und durch die Klemme Kl der Schlauch D_3 verschlossen, so wird H so gerichtet, dass eine Verbindung der Pumpe mit $3 W_1$ hergestellt ist; $3 W_1$ steht so, dass der ganze Hebeapparat ausgeschaltet, und D_2 mit D verbunden ist; $3 W_2$ vermittelt, unter Abschluss der äusseren Luft, über die Trockenflasche $P_2 O_5$ die Verbindung mit der Wasserpumpe, dieselbe wird ange-

[1]) Mit der Ausführung des Apparates ist Herr Carl Kramer in Freiburg i/B. seitens des Patentinhabers betraut worden; wir haben es daher auch nicht nötig befunden, die Grössenverhältnisse näher anzugeben.

stellt und Pumpe und Apparat bis zur äusserst möglichen Grenze, also bis auf einen Druck von etwa 10 bis 15 mm., evakuirt. Ist das geschehen, so wird Hahn *H* geschlossen, $3 W_1$ derart umgeschaltet, dass D_2 ausgeschlossen bleibt, und nun die Verbindung zwischen Wasserpumpe und dem Quecksilberhebeapparat hergestellt ist. Tauchen *H* und *B* unter Quecksilber, und wäre bei *O* die kleine Öffnung in *H* nicht vorhanden, so würde in *B* wie in *H* das Quecksilber entsprechend der Wirkungsgrösse der Wasserpumpe gehoben werden und somit Stillstand eintreten. Durch die kleine Öffnung bei *O* wird aber neben dem von unten eintretenden Quecksilber auch etwas Luft in *H* hineingesogen, es bildet sich infolgedessen eine, übrigens in lebhafter Bewegung befindliche, Säule von abwechselnd Luft und Quecksilber, die natürlich in ihrer Gesammtheit wesentlich höher als 760 mm. gehoben werden wird.

Das so gehobene Quecksilber gelangt in die Erweiterung des Barometers *B*, hat hier Gelegenheit sich von der Luft zu trennen, und fällt auf die Kuppe des aus *R* in *B* gehobenen Quecksilbers; das Mehrgewicht wird durch Austreten von Quecksilber aus *B* bei *u* ausgeglichen und auf diese Weise *R* gefüllt, so lange noch in *Q* genügend Quecksilber vorhanden ist. Wird während der Zeit dieses Spieles die Klemme *Kl* geöffnet, so strömt aus *d* das Quecksilber in *K*, gelangt, Luft mitreissend, durch das Fallrohr in *k*, *l* und fliesst von dort aus *m* durch *G* nach *Q* über; hier wird es wieder gehoben, gelangt auf diese Weise wieder in *R*, um nach *K*, *k*, *l* und *Q* zu gelangen, d. h. es setzt so, in beständigem Kreislauf, im Fallen stets Luft mitreissend und in *k*, *l* wieder abgebend, das Spiel fort.

Die Schnelligkeit des Betriebes hängt, sonst gleiche Bedingungen vorausgesetzt, wie wir schon bei der Be-

sprechung der Handpumpe betonten, allein von der Höhe von *d'* über dem Niveau des Quecksilbers in *R* ab; dieses Niveau wird aber, je nachdem mehr oder weniger Quecksilber aus *Q* nach *B* gehoben wird, sich höher oder tiefer einstellen, dazu eben giebt das an die grosse Kugel von *R* angeschmolzene weitere Rohr den nötigen Spielraum her, d. h. also, die Schnelligkeit des Betriebes hängt in allen Fällen von der jeweiligen Leistung der Wasserluftpumpe ab. Schafft dieselbe gut, und zieht sie viel Luft, so wird mit derselben viel Quecksilber gehoben, das Niveau steigt in *R*, das Quecksilber strömt in kräftigem Strahle über, und der Apparat wird sehr schnell funktioniren. Verlangsamt sich die Leistung der Pumpe, so findet das Umgekehrte statt, und der Apparat wird auch langsamer arbeiten. Hört durch einen Zufall die Wasserpumpe zu arbeiten ganz auf, so läuft das Quecksilber so weit ab, bis der Niveauunterschied *R* nach *d'* den Atmosphärendruck erreicht hat, dann steht die Pumpe still. Damit beim wieder in Gang setzen nicht etwa durch *u* Luft nach *B* gelangen kann, ist der röhrenförmige Fortsatz von *R* so lang gewählt, dass selbst nach erreichtem Tiefpunkt noch genügend Quecksilber zum Füllen von *B* bis zur Barometerhöhe vorhanden ist. Beginnt die Wirkung der Wasserpumpe von neuem, so tritt auch alsbald die Quecksilberpumpe wieder in Funktion.

Ist etwas zu viel Quecksilber in dem Apparat enthalten, so dass bei zu starkem Ueberströmen *O* endlich durch Steigen des Quecksilbers in *Q* verschlossen wird, so bildet sich in *H* ein einfaches Barometer, das Quecksilber läuft wie vorhin noch bis zum Tiefpunkt in *R* ab, und die Pumpe steht wiederum still. In allen Fällen findet also selbsttätiger Ausgleich statt und bedarf die Pumpe keinerlei ängstlicher Beaufsichti-

gung, da sie im äussersten Falle einfach zu funktioniren aufhört, ohne dass damit irgend welche Gefahr für den Apparat verknüpft ist.

Neben diesem Vorteile selbsttätiger Regulirung und einfachster Konstruktion, welch letztere noch ein geringes Mass von Zerbrechlichkeit mitbedingt, zeichnet die Pumpe noch die grosse Schnelligkeit des Arbeitens vor allen anderen vorteilhaft aus. Zur Illustration dieser letzteren Eigenschaft diene folgendes. Es wurden neben einander folgende Versuche angestellt: a) mit der vorzüglich arbeitenden, automatischen Verdrängungspumpe System de Khotinsky, gebrauchte Quecksilbermasse 26 K., b) mit oben beschriebener Pumpe, gebrauchte Quecksilbermasse 7 K., es wurden ausgepumpt 4 Glühlampen à 100 ccm. und ein Volumometer von 300 ccm., zusammen 700 ccm.

a) **de Khotinsky**	b) **Kahlbaum**	c) **Kahlbaum** II. Versuch
nach 56 Min. pumpen	nach 20 Min. pumpen	nach 20 Min. pumpen
Verdünnung $^1/_{320}$ mm	Verdünnung $^1/_{800}$ mm	Verdünnung $^1/_{1160}$ mm
nach 60 Min. pumpen	nach 30 Min. pumpen	
Verdünnung $^1/_{370}$ mm	Verdünnung $^1/_{1380}$ mm	

Ein in Wien im September 1892 angestellter vergleichender Versuch mit der Raps'schen Pumpe ergab, dass mit derselben in 4 Stunden noch nicht der gleiche Verdünnungsgrad erreicht war, wie ihn die oben beschriebene Pumpe in 40 Minuten erzeugte.

Es wurde in diesen Fällen eine Pumpe mit 2 Luftfängen angewandt, und handelte es sich natürlich bei diesen Versuchen um geschlossene Apparate.

Bei den von uns veranstalteten Siedeversuchen ist die Verdünnung selbstredend eine wesentlich geringere, doch gelang es dabei in fast allen Fällen dieselbe so weit zu treiben, dass am Manometer ein Druck nicht mehr abzulesen war, derselbe wurde dann mit 0 mm. bezeichnet.

Kahlbaum.

Schliffe und Hähne.

Die an Pumpen und Apparaten angebrachten Schliffe leiden, wenn die hergebrachte Form für den Quecksilberverschluss gewählt wird, an einem erheblichen Mangel; bekanntlich werden sie in der Weise hergestellt, dass an das obere Ende der Scheide ein Glasbecher angeschmolzen wird, der, wenn von oben der Stempel hineingepasst ist, mit Quecksilber als Sperrflüssigkeit beschickt wird. Soll nun aus irgend welchem Grunde der Stempel wieder gelöst werden, so muss das Quecksilber vorher abgesogen werden, was jedoch niemals vollkommen gelingen kann, so dass, wenn dann der Apparat geöffnet wird, stets etwas Quecksilber, ihn verunreinigend, in denselben gelangt; dass das immer vom Uebel braucht nicht betont zu werden; und doch kann das auf die einfachste Weise vermieden werden, wir haben dazu nur nötig, dem Schliff folgende Form zu geben: anstatt der Scheide wird der Stempel auf den festen Teil des Apparates aufgeschmolzen und dieser trägt dicht unter seinem unteren, weiteren Ende den zur Füllung mit Quecksilber bestimmten Glasbecher angeschmolzen. Ueber den Stempel wird dann die Scheide gestülpt und darauf der Becher mit Quecksilber gesperrt. Fig. 2 auf Tafel 13 zeigt einen solchen Schliff. N° 3 stellt den Stempel mit Becher dar, N° 2 die Scheide und N° 1 den geschlossenen und mit Quecksilber gesperrten, luftdichten Verschluss. Es ist klar, dass bei dieser Anordnung niemals Quecksilber in den Apparat gelangen kann, zudem lässt ein solcher Schliff sich besser reinigen, da der feststehende Teil desselben nur von aussen und nur der freie, der also immer mit seiner Oeffnung nach unten gehalten werden kann, innen zu reinigen ist, was bekanntlich bei den nach dem alten

System hergestellten Schliffen zum Schaden derselben, in entgegengesetzter Weise der Fall ist.

Bei dem Hahn *H*, der in der automatischen Pumpe die Verbindung zwischen der Wasserpumpe und der eigentlichen Quecksilberpumpe beim Vorpumpen vermittelt, ist stets die Gefahr einer Undichtigkeit zu befürchten; vermieden kann der Hahn nur durch eine nicht ganz einfache Anordnung werden; es war deshalb darnach zu streben, auch hier einen möglichst vollkommenen Verschluss zu erzielen. Da lag denn wieder die Anwendung von Quecksilber als Sperrmittel nahe.

Hähne mit Quecksilberverschluss sind auch wohl schon konstruirt worden, doch ist uns eine praktische Form bisher noch nicht zu Handen gekommen, wir glauben daher mit Angabe einer solchen einigermassen einem Bedürfniss entgegen zu kommen.

Ein solcher Hahn sei in folgendem beschrieben.

Der Hahn, den wir für die Pumpe verwenden, hat zunächst nur einen Arm, der den Verbindungsschlauch nach dem Dreiwegehahn und der Wasserpumpe trägt; der andere Arm ist statt an der gebräuchlichen Stelle, an dem unteren, engeren Teile des äusseren Hahnkükens angeschmolzen, so dass dadurch die eine Oeffnung desselben fortfällt. Der innere, bewegliche Hahnkörper ist hohl und trägt nur eine einfache Durchbohrung. Zwischen dem Wirbel und dem Konus ist um den letzteren ein so weiter Glasbecher geschmolzen, dass derselbe auch das äussere Hahnküken noch frei umspielt; dieser Becher ist bestimmt, das sperrende Quecksilber aufzunehmen und muss infolge dessen, wenn der Hahn am Apparat sitzt, nach oben geöffnet sein; daraus folgt, dass der Hahn stets in umgekehrter Lage befestigt ist wie das bei wagerechten Leitungen sonst gebräuchlich. Ist der Hahn geöffnet, so nimmt die Luft ihren Weg

durch den hohlen Körper und die Durchbohrung desselben in den freien Arm. Soll der Hahn geschlossen werden, so kann derselbe, was einen weiteren Vorteil darstellt, um 180° statt nur um 90° gedreht werden. Der Zutritt der äusseren Luft wird durch das sperrende Quecksilber gehindert, und somit ist der Zweck, einen absolut dichten Hahnverschluss zu haben, erreicht.

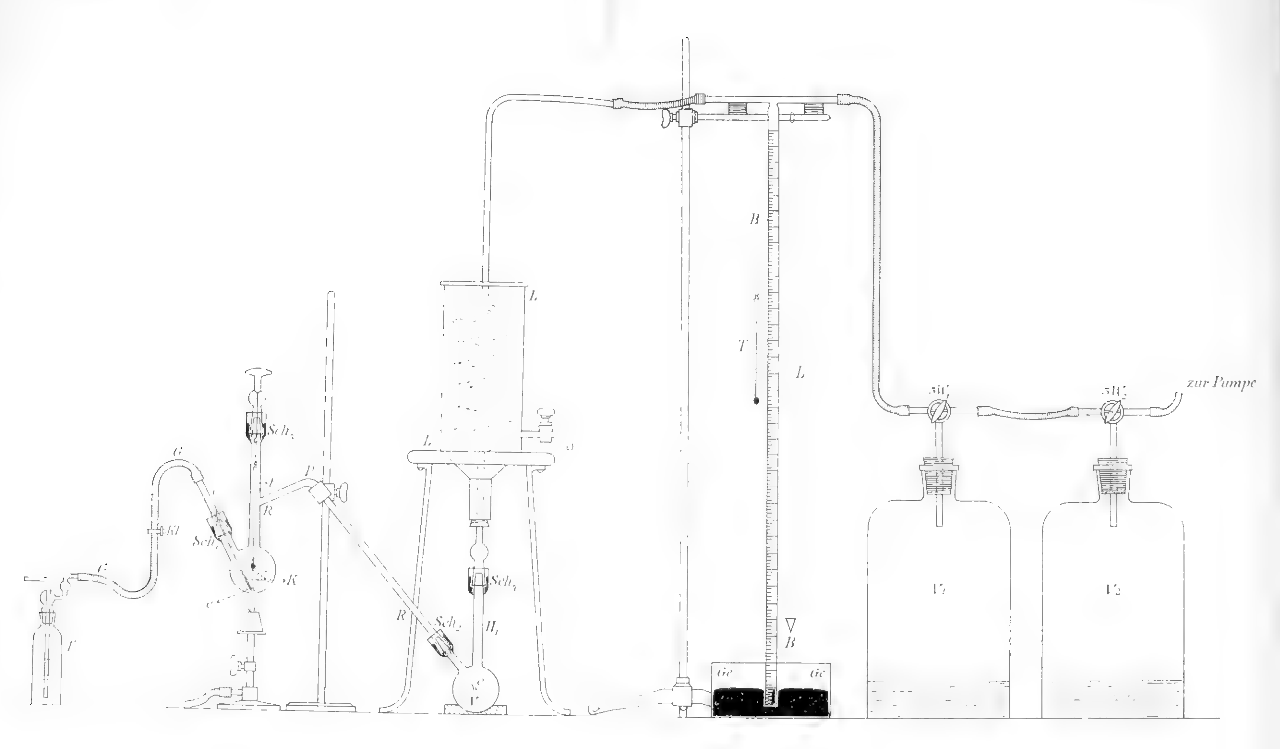
Diese Anordnung erlaubt zugleich noch eine reiche Variation in Drei- und Vierwegehähnen, ohne dass es dabei notwendig ist, dem Hahnkörper Röhrchen einzuschmelzen, es kann das alles durch entsprechende Anordnung der Durchbohrungen erreicht werden; jedoch ist darüber hier nicht zu berichten, das soll an anderer Stelle geschehen.

Kahlbaum.

Der weiter oben beschriebene Apparat zur Bestimmung des Kochpunktes, gemessen in der Flüssigkeit selbst, wurde nur, wie schon gesagt wurde, bei Anwendung der Wasserluftpumpen gebraucht; für sehr viel geringere Drucke ist derselbe nicht wohl zu verwenden,[1]) weil einmal ein Ueberhitzen sich schwer würde vermeiden lassen, und weil weiter, und besonders bei länger währendem Erhitzen unter so tiefen Drucken, so viel, auch von den hochsiedenden Flüssigkeiten, selbst bei energischster Kühlung durch Verdampfen verloren gehen würde, dass nicht wohl genügend einheitliches Material hätte beschafft werden können. Es musste also ein anderer Apparat und zwar ein solcher zur Anwendung gelangen, bei dem für jeden bestimmten Druck, der schnell variirt werden konnte, die Flüssigkeit besonders bis zu einem

---

[1]) Um seine Brauchbarkeit zu prüfen, ist derselbe gleichwol, wie aus dem folgenden noch ersichtlich, bei einigen Gemengen auch für tiefere Drucke angewendet worden.



zur Pumpe

bestimmten Punkt, eben dem Siedepunkt unter diesem Druck, erhitzt wurde. Der für diese Bestimmung verwendete Apparat ist auf Tafel 14 abgebildet.

Apparat zur Bestimmung des Kochpunktes, gemessen in der Flüssigkeit selbst unter Anwendung der Quecksilberluftpumpe.

Der mit Siedeerleichterern wohlgefüllte Rundkolben *K* trug einen seitlichen Stutzen *S.*, auf dessen Schliffstelle Sch_1 die Capillare *c*, *c'* eingepasst war, dieselbe reichte bei *c'*, wenig nach oben gebogen, bis fast auf den Boden von *K*, an ihrem oberen Ende war über dieselbe ein dickwandiger Gummischlauch gestülpt, der eine Klemme *Kl* trug und zur Trockenflasche *T* führte. An den Hals *H* des Kolbens *K* war das Rohr *R* angeschmolzen, das bei Sch_2 auf die Vorlage *V* aufgeschmolzen war.

Der Teil des Rohres *R*, der in die Vorlage reichte, war verengt nach unten gebogen und trug an seiner oberen Wandung eine Öffnung, durch die die aus *c*, *c'* in den Apparat gelangende Luft abgesogen wurde. Der Hals *H* war oben durch den Schliff Sch_3 geschlossen, der einen Haken trug, an dem das, die Temperatur der Flüssigkeit angebende, Thermometer *t* aufgehängt war. Auf den Hals H_1 der Vorlage *V* war ein Schlangenkühler *L* bei Sch_4 aufgeschliffen, derselbe führte über das Barometer *B*, das wie die anderen früher benützten frei aufgehängt war und in das weite Gefäss *G* tauchte, zu den zwei grossen, je etwa 10 Ltr. haltenden Vorlegeflaschen V_1 und V_2. Die Verbindung dieser Flaschen mit dem Schlangenkühler wurde durch je einen Dreiwegehahn vermittelt, damit dieselben nach Bedürfniss ein- oder ausgeschaltet werden konnten. Da, wie wir schon sagten, auch bei stärkstem Kühlen immer etwas von den Flüssigkeiten ver-

dampfte, war zum Schutz der Pumpe zwischen dieser und V_2 noch eine Reihe von Absorbtionsschlangen, wie wir dieselben schon früher anwandten, die mit konzentrirter Schwefelsäure oder mit Kaliumhydrat gefüllt waren, eingeschoben. Da es darauf ankommt, einen ganz bestimmten Punkt als Siedepunkt festzuhalten und es schwer, ja unmöglich ist in jedem Falle zu sagen, jetzt gerade siedet die Flüssigkeit, so war *R* zunächst nicht nach unten, sondern nach oben gerichtet, um erst bei *P* den Weg nach unten zu nehmen. Als Siedepunkt wurde dann in allen Fällen die Temperatur gewählt, die abgelesen wurde wenn die, die kalten Wandungen benetzende Schicht condensirten Dampfes, deren Aufsteigen immer das erste Zeichen wirklichen Siedens ist, und deren Bewegung auf das Genaueste verfolgt werden konnte, bis an den Wendepunkt des Rohres gelangt war und hier als erster fliessender Tropfen Flüssigkeit übergehend nach unten sich bewegte. Es bietet diese Anordnung neben dem Vorteil in allen Fällen einen bestimmten Punkt, und einen für alle Flüssigkeiten und Drucke entsprechenden Punkt als Siedepunkt festzuhalten, den weiteren Vorteil, dass bei den Bestimmungen nur sehr wenig Flüssigkeit überdestillirt, und infolgedessen mit derselben Füllung des Apparates eine sehr grosse Reihe von Bestimmungen ausgeführt werden kann. Die geringe Menge des Destillats bürgt auch dafür, dass eine Aenderung der Homogenität der Flüssigkeit nicht stattfindet und dass auch sonst immer unter gleichen Umständen beobachtet wird.

Es soll nicht bestritten werden, dass diese Art der Beobachtung eine gewisse Willkür in sich schliesst; dass dieselbe aber nicht von einschneidender Wirkung war, ging auf das deutlichste aus dem Gange der Temperatur während des Aufsteigens der Dampfsäule hervor, der

lehrte, dass die Temperaturschwankungen zu vernachlässigend geringe waren, und geht weiter noch deutlich daraus hervor, dass die Beobachtungen, die in den verschiedenen Apparaten gemacht und in einander übergreifen, keine Differenzen zeigen, und noch weiter daraus, dass auch die Kurven von ihrer stetigen Krümmung nichts einbüssen, wenn sie aus dem Beobachtungsmaterial, das mit dem einen Apparat gewonnen wurde, in das mit dem andern erzielte übergehen. Für höhere Drucke ist jedoch der Apparat nicht wohl geeignet.

Wie weit die Uebereinstimmung der Beobachtungen, die in den zwei verschiedenen Apparaten angestellt wurden geht, möge die folgende kleine Tabelle 45 lehren, die wir aus den später noch mitzuteilenden Versuchen mit der Normal-Heptylsäure und der Caprinsäure zusammengestellt haben. Wenn auch die Bestimmungen nicht immer in gleichem Masse günstig ausgefallen sind, wie es diese Tabelle zeigt, so ist dieselbe doch jedenfalls beweisend für die Zulässigkeit der von uns gewählten Methode zur Festlegung eines bestimmten Siedepunktes.

Tabelle 45.

Normal-Heptylsäure.

Art der Pumpe.	Druck.	Temperatur.
Quecksilber	23,3 mm	127,9° C.
Wasser	23,1	127,8
Quecksilber	20,0	125,6
Wasser	19,5	124,3
Quecksilber	18,8	124,2
Wasser	18,0	122,8
Wasser	14,5	118,6
Quecksilber	12,1	116,3

Caprinsäure.

Art der Pumpe.	Druck.	Temperatur.
Wasser	11,3 mm	154,2° C.
Quecksilber	11,6	154,6
Wasser	12,4	155,8
Quecksilber	12,8	156,6
Wasser	13,2	156,8
Quecksilber	13,6	157,8
Wasser	13,8	157,7
Quecksilber	14,2	158,4
Wasser	14,4	158,6
Quecksilber	16,0	160,7
Wasser	16,4	162,2

Die Bestimmungen in dem oben beschriebenen Apparate wurden in allen Fällen von zwei Beobachtern gemeinschaftlich ausgeführt und die Stellung der Kuppe des Barometers stets mit dem Fernrohr abgelesen. Gesiedet wurde sowohl aus dem Oelbad, als über freiem Feuer.

Während der eine Beobachter das Erwärmen leitete, meldete der Andere wann eben der erste Tropfen bei P überging, der eine Beobachter notirte nun die Temperatur, während der andere den Druck ablas; dann wurde von dem einen der Atmosphärendruck bestimmt und vom anderen die Temperatur des Quecksilbers. Beobachtet wurde, wie das auch die Tabellen zeigen, bald bei sinkendem, bald bei steigendem Druck, bald im Apparat mit sehr grossem Lumen, d. h. mit beiden angehängten Vorlegeflaschen, bald mit nur einer solchen, oder mit kleinem Lumen, in welchem Falle beide Flaschen ausgeschaltet waren. Die Luftzufuhr durch die Kapillare wurde auch bei diesem Apparat mit Hilfe der Klemme auf das Sorgfältigste geregelt.

Sämmtliche Flüssigkeiten siedeten meist nach einmaligem, nicht zu heftigem Stossen, bei jeder einzel Beobachtung, durchaus ruhig, im Allgemeinen bei den niedrigen Drucken ruhiger, als bei den höheren.

Bei den Bestimmungen in diesem Apparat konnte die Beobachtung gemacht werden, auf die wir schon früher angespielt haben. Bei den allerniedrigsten Drucken war genau zu beobachten wie nur an den Oberflächen das Verdampfen stattfand, die aus der Kapillare in einzelnen Blasen aufsteigende Luft gab dazu so gute Gelegenheit, dass sich ein solcher Versuch geradezu als Vorlesungsversuch empfehlen lässt. Beim Aufsteigen in der erhitzten Flüssigkeit gewannen die Luftbläschen, die schon, was wohl zu bemerken, beim Eintritt in die Flüssigkeit unter dem im Apparat herrschenden Druck standen, ganz gewaltig an Ausdehnung, so zwar, dass die zuerst etwa Stecknadelknopf grossen beim Austritt den ganzen freien Raum des Apparates, also etwa 20 ccm. ausfüllten, während die ganze übrige Flüssigkeitsmasse unbewegt und ruhig erschien. Dabei führten die Blasen soviel Dampf mit, dass in der Tat die Wandungen von H und R, was wir als Kennzeichen des eigentlichen Siedens betonten, von einer Schicht condensirten Dampfes völlig benetzt waren. Es scheint uns damit der experimentelle Beweis für unsere Auffassung erbracht zu sein, dass in der Tat alles Sieden nur an Oberflächen sich abspielt.

Auch bei diesen, wie bei den mit der Wasserluftpumpe angestellten Versuchen tauchte die Thermometerkugel in die Flüssigkeit und gab somit die Temperatur dieser Schicht, nicht aber des Dampfes an; wäre die Flüssigkeit vollkommen unbewegt, so würde auch hier der Einfluss des Höhendruckes auf diese Flüssigkeitsschicht, so wie es sich um sehr tiefe Drucke handelt,

nicht zu vernachlässigen sein, beträgt doch bei der Pelargonsäure z. B. die Temperaturdifferenz für den letzten mm. nach unseren Bestimmungen etwa 16°; da aber die Flüssigkeit beständig bewegt war, und dabei die Thermometerkugel stets von Dampf umspült wurde, so glauben wir von einer Berücksichtigung dieser Fehlerquelle absehen zu dürfen, zumal es uns an einem Maasse für die wirkliche Grösse derselben gänzlich mangelt.

Gehen wir nun zur Mitteilung der mit Hilfe dieser beiden Apparate angestellten Versuche über.

Kahlbaum.

Die Beobachtungen.

1. Normale fette Säuren $C_nH_{2n}O_2$.

Die sämmtlichen Säuren wurden von C. A. F. Kahlbaum, Berlin, bezogen und nach scharfem Trocknen einer sorgfältigen Reinigung, sei es durch mehrfaches Ausfrieren, sei es durch fraktionirte Destillation im luftverdünnten Raum mit Hilfe des Schulz'schen Apparates, [1]) unterzogen. Aus der besten Fraktion wurde ein Teil zur Bestimmung des Siedepunktes, ein anderer Teil für die Füllung der Apparate benützt, dazu wurden stets etwa 50 ccm. benötigt. Nach beendeter Versuchsreihe wurde der Siedepunkt noch einmal kontrollirt; waren besondere Reinigungsmethoden notwendig, so sind dieselben an der betreffenden Stelle mitgeteilt.

Ameisensäure.

Bei der Ameisensäure verbot der niedere Siedepunkt die Bestimmungen mit der Quecksilberpumpe, sie wurde

---

[1]) H. Schulz, Deutsche chem. Gesell. Ber. Bd. 23. 1890, pag. 3568.

also nur unter Zuhilfenahme der Wasserpumpe geprüft. Bei den Messungen bei ganz niederen Temperaturen wurde gar keine Flamme verwandt, sondern es der langsam steigenden winterlichen Temperatur des ungeheizten Beobachtungsraumes überlassen, das Geschäft des Heizens zu übernehmen; dass dieses Vorgehen sich durchaus bewährt hat, ist aus den Zahlen ersichtlich.

Die angewandte Säure war die gleiche wie sie bei der statischen Methode zur Anwendung gelangte, sie hatte den Siedepunkt 100,0° C. und den Schmelzpunkt 8,2° C. Die Temperaturmessungen wurden mit dem Thermometer Th 2076 ausgeführt.

In der folgenden Tabelle, die zunächst wieder die Originalbeobachtung ohne jede Korrektur bringt, haben die Ueberschrift der Kolonnen folgende Bedeutung:

T. = Temperatur des Quecksilbers in den Barometern Bv und Bh.

Bv. o. = Stellung der obern Quecksilberkuppe im vorderen Heberbarometer.

Bv. u. = Stellung der Quecksilberkuppe im kürzeren Schenkel des gleichen Barometers.

Bh. = Stellung der oberen Kuppe im Gefässbarometer, hiervon mussten 8,9 mm. als der Höhe des Quecksilbers im Gefäss abgezogen werden.

Temp. = Temperatur der siedenden Flüssigkeit.

B. K. = äusserer Luftdruck am Kramer'schen Barometer.

T. K. = Temperatur desselben.

B.K.red. = der auf 0° reducirte Quecksilberhöhe dieses Instrumentes.

$B.\frac{v+h}{2}$ red. = die auf 0° reducirten mittleren Höhe der Barometer Bv und Bh.

Druck = der im Apparat herrschende Luftdruck.

Tabelle 46.

Ameisensäure flüssig.

Wasserluftpumpe.

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck.
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
7	957,9	237,0	730,0	1,0	733,0	12	731,6	720,1	11,5
7	958,1	236,8	730,4	0,5	732,8	11	731,5	720,5	11,0
8	954,0	241,2	722,0	10,9	733,9	11	732,6	711,9	20,7
8	953,5	241,8	720,9	12,1	734,3	11	733,0	710,8	22,2
8	953,0	242,4	719,9	12,9	734,3	11	733,0	710,3	22,7
8	952,1	243,3	718,1	14,1	734,3	11	733,0	708,0	25,0
8	951,6	244,0	716,9	15,1	734,4	11	733,1	706,8	26,3
8	950,7	244,9	715,1	16,5	734,4	11	733,1	705,0	28,1
8	950,0	245,5	713,8	17,5	734,4	11	733,1	703,6	29,5
8	949,6	246,0	712,9	18,1	734,6	11	733,3	702,8	30,5
10	951,2	244,2	716,3	15,9	734,7	11	733,4	706,0	27,4
10	950,6	245,1	714,8	17,1	735,0	11	733,7	704,5	29,2
10	950,0	245,9	713,4	18,2	735,2	11	733,9	703,1	30,8
7	949,8	245,7	713,4	19,0	730,8	13	735,3	703,4	31,9
8	949,0	246,5	711,8	20,3	737,2	13	735,7	701,7	34,0
8	948,0	247,7	709,6	21,5	737,2	13	735,7	699,5	36,2
10	946,9	248,9	707,2	23,0	737,2	13	735,7	696,9	38,8
10	946,3	249,8	705,8	23,8	737,2	13	735,7	695,5	40,2
10	945,6	250,6	704,3	24,6	737,2	13	735,7	694,0	41,7
10	944,8	251,3	702,8	25,5	737,3	13	735,8	692,5	43,3
10	943,9	252,1	701,1	26,4	737,4	13	735,9	690,8	45,1
10	943,1	253,0	699,4	27,1	737,4	13	735,9	689,1	46,8
10	942,2	253,9	697,6	28,0	737,6	13	736,1	687,3	48,8
10	941,2	254,8	695,6	28,8	737,7	13	736,2	685,3	50,9
10	940,1	256,0	693,4	29,8	737,8	13	736,3	683,1	52,2
10	939,2	257,0	691,5	30,6	737,8	13	736,3	681,2	55,1
10	938,1	258,0	689,5	31,4	738,2	13	736,7	679,1	57,6
11	936,3	260,2	685,4	33,0	738,5	12	737,1	675,0	62,1
11	935,0	261,5	682,8	33,8	738,7	12	737,3	672,3	65,0
12	934,5	261,9	681,9	34,2	738,8	12	737,4	671,4	66,0
10	960,0	235,3	733,9	7,2	741,8	13	740,2	723,5	16,7

Tabelle 46 (Fortsetzung).

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck.
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
10	961,0	234,3	736,0	5,0	741,8	13	740,2	725,6	14,6
10	961,8	233,6	737,2	3,6	741,8	13	740,2	726,9	13,3
10	962,3	233,2	738,5	2,0	741,9	13	740,3	728,0	12,3
11	962,6	233,0	738,6	1,3	741,3	13	739,7	728,2	11,5
11	962,3	233,3	738,0	2,0	741,2	13	739,6	727,6	12,0
11	961,1	234,7	735,4	5,1	741,3	13	739,7	725,0	14,7
11	960,5	235,1	734,3	6,3	741,3	13	739,7	724,0	15,7
11	958,9	237,0	731,0	9,8	741,3	13	739,7	720,6	19,1
11	957,9	237,9	729,2	11,2	741,4	13	739,8	718,7	21,1

Nach ihrer Grösse geordnet, geben wir nachstehend die beobachteten Drucke nebst den dazugehörenden Kochpunkten noch einmal wieder, wie dieselben zur Konstruktion der Kurve auf Tafel B benutzt wurden.

Tabelle 47.

Ameisensäure flüssig.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
11,0	0,5	19,1	9,8	30,5	18,1	46,8	27,1
11,5	1,0	20,7	10,9	30,8	18,2	48,8	28,0
11,5	1,3	21,1	11,2	31,9	19,0	50,9	28,8
12,0	2,0	22,2	12,1	34,0	20,3	52,2	29,8
12,3	2,0	25,0	14,1	36,2	21,5	55,1	30,6
13,3	3,6	26,3	15,1	38,8	23,0	57,6	31,4
14,6	5,0	27,4	15,9	40,2	23,8	62,1	33,0
14,7	5,1	28,1	16,5	41,7	24,6	65,0	33,8
15,7	6,3	29,2	17,1	43,3	25,5	66,0	34,2
16,7	7,2	29,5	17,5	45,1	26,4		

Aus der konstruirten Kurve wurden die in den beiden folgenden Tabellen zusammengestellten Werte abgelesen, eine Thermometerkorrektur war nicht anzubringen.

Tabelle 48.

Dampfspannkraft der Ameisensäure, nach mm. geordnet.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
10	— 1,0	25	14,3	39	23,2	54	30,1
11	+ 0,6	26	15,0	40	23,7	55	30,5
12	1,9	27	15,7	41	24,2	56	30,9
13	3,2	28	16,4	42	24,8	57	31,2
14	4,4	29	17,1	43	25,3	58	31,6
15	5,5	30	17,8	44	25,8	59	32,0
16	6,6	31	18,4	45	26,2	60	32,3
17	7,6	32	19,1	46	26,7	61	32,6
18	8,5	33	19,7	47	27,1	62	32,9
19	9,4	34	20,3	48	27,6	63	33,3
20	10,3	35	20,9	49	28,0	64	33,6
21	11,1	36	21,5	50	28,5	65	33,9
22	11,9	37	22,1	51	28,9	66	34,2
23	12,7	38	22,6	52	29,3	67	34,5
24	13,5			53	29,7		

Tabelle 49.

Kochpunkte der Ameisensäure nach ° C. geordnet.

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.
0	10,6	9	18,6	18	30,4	27	46,7
1	11,3	10	19,7	19	32,0	28	49,0
2	12,1	11	20,9	20	33,5	29	51,3
3	12,9	12	22,1	21	35,1	30	53,9
4	13,7	13	23,4	22	36,9	31	56,5
5	14,5	14	24,7	23	38,7	32	59,2
6	15,4	15	26,0	24	40,5	33	62,1
7	16,4	16	27,4	25	42,5	34	65,2
8	17,5	17	28,9	26	44,5	35	68,5

Kahlbaum und **Schröter.**

Essigsäure.

Die Säure wurde eine grosse Anzahl von Malen umkrystallisirt[1]), und zeigte die zur Anwendung gebrachte Portion nach N. Th. 1386 den Schmelzpunkt 16,2° C., das giebt nach angebrachter Korrektur von 0,07 = 16,1° C.; der Siedepunkt wurde mit N. Th. 818 bei 740 mm. und 17° C. zu 118,0 gefunden, d. h. es wurde für die Bestimmungen angewandt Essigsäure vom Schmelzpunkt 16,1° C. und Siedepunkt 118,7° C.

Als beste bisherige Bestimmungen sind die von Petterson[2]) anzusehen, der 117,1° C. bei 749 mm. fand,

---

[1]) Allerdings nicht „während einiger Jahre“ wie das seitens der HH. Ramsay & Young geschehen ist (vergl. Deutsch. Chem. Gesellsch. Ber. Bd. 19. 1886, pag. 69), ein Vorgehen, das wir auch durchaus nicht empfehlen möchten.

[2]) Petterson, Journal f. pract. Chem. Bd. 24. 1881. pag. 293.

das wäre = 117,5° C. bei 760 mm. als Siedepunkt, als Schmelzpunkt giebt er 16,55° C. an.

Die folgenden Temperaturangaben beziehen sich auf N. Th. 1386.

Bh. tauchte bis 10,5 mm. in das Gefäss, diese Grösse ist also stets von den Angaben unter Bh. abzuziehen; sonst bleibt die Bedeutung der Kolonnen die gleiche wie bei der Ameisensäure.

Auch die Essigsäure gestattete mit einem Kochpunkt von nur 18,1° bei 10 mm. Druck nicht die Anwendung der Quecksilberluftpumpe, es musste also bei den Bestimmungen mit Hilfe der Wasserluftpumpe verbleiben.

Es folgen in der Tabelle 50 die Originalbeobachtungen.

Tabelle 50.

Essigsäure.

Wasserluftpumpe.

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B. \frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C	mm.	mm.	mm.
17	924,5	206,5	728,6	28,8	736,4	18	734,3	715,9	18,4
16,5	923,0	208,0	728,0	30,9	736,6	18	734,5	713,0	21,5
16	916,7	214,5	713,1	39,6	736,7	17	734,7	700,4	34,3
12	918,4	211,9	717,6	36,5	736,1	15	734,3	705,2	29,1
12,5	922,1	208,0	724,9	31,1	735,9	15,5	734,1	712,6	21,5
13	923,3	207,1	726,8	29,3	735,9	15,5	734,1	714,6	19,5
12,5	923,9	206,5	728,0	28,0	735,9	15,5	734,1	715,9	18,2
12,5	924,1	206,0	728,9	27,4	736,0	16	734,1	716,7	17,4
13	924,8	205,6	730,0	26,4	736,1	16	734,2	717,7	16,5
13	925,3	205,0	731,2	25,2	736,2	16	734,3	718,8	15,5
13	925,8	204,5	732,1	24,3	736,3	16	734,4	719,8	14,6
12	926,1	203,8	733,1	23,0	736,6	17	734,6	720,9	13,7
12,5	928,3	201,6	737,0	17,7	736,7	17	734,7	725,0	9,7

Tabelle 50 (Fortsetzung).

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
° C.	mm.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	mm.	mm.
13	928,5	201,7	737,2	17,6	736,8	17	734,8	725,1	9,7
12	927,9	202,1	736,3	21,6	738,2	13	736,7	724,3	12,4
12	928,3	201,7	736,9	20,7	738,2	13	736,7	725,0	11,7
12,5	928,7	201,5	737,7	19,8	738,2	13	736,7	725,6	11,1
13	929,0	201,3	738,1	18,9	738,1	13	736,6	726,1	10,5
12,5	929,3	200,9	738,9	17,5	737,9	13	736,4	726,8	9,6
12	922,7	207,6	725,8	31,9	737,7	13	736,2	713,6	22,6
12,5	922,4	207,9	725,0	32,4	737,7	13	736,1	712,9	23,2
12,5	921,5	208,8	723,2	33,4	737,8	14	736,1	711,1	25,0
12	920,8	209,4	722,2	34,6	737,8	14,5	736,1	709,8	26,3
12	917,1	213,4	714,6	39,2	737,7	14	736,0	702,3	33,7
12	916,5	214,0	713,7	40,0	737,8	14	736,1	701,2	34,9
12,5	916,5	213,9	713,6	38,4	734,8	13	733,3	701,2	32,1
13	915,7	214,8	711,8	39,3	734,6	13	733,1	699,4	33,7
14	914,3	216,2	708,9	40,6	734,0	13	732,5	696,4	36,1
17,5	916,0	215,6	711,5	37,8	731,2	16	729,4	698,5	30,9
18	917,5	213,9	714,9	35,6	731,2	16	729,4	701,7	27,7
18	918,5	212,7	716,8	34,0	731,1	16	729,2	703,7	25,5
18	921,0	210,1	721,7	30,0	731,0	16	729,1	708,7	20,4
17,5	924,7	206,4	728,8	22,0	730,6	16	728,7	716,1	12,6
17	925,9	204,9	731,4	18,0	730,4	15,5	728,6	718,8	9,8
15	915,6	215,0	711,5	36,7	730,0	14	728,3	698,9	29,4
15	905,8	225,3	692,0	47,2	730,2	14	728,5	679,0	49,5
16	903,5	227,8	687,3	49,0	730,0	14,5	728,3	674,1	54,2
16	907,5	223,6	695,6	45,6	730,3	14,5	728,6	682,4	46,2
16	908,1	223,0	696,8	45,1	730,1	14,5	728,4	683,6	44,8
16	910,5	220,8	701,2	43,0	730,1	15	728,3	688,1	40,2
16,5	912,3	218,8	705,0	40,9	730,2	15	728,4	691,8	36,6
17	904,8	226,8	689,8	48,1	730,2	15	728,4	676,4	52,0
17	909,9	221,3	700,1	43,5	730,3	15	728,5	686,9	41,6
17	911,8	219,5	703,6	41,7	730,4	15	728,6	690,5	38,1
17	922,5	208,5	724,9	26,9	731,0	15,5	729,2	712.0	17,2

Nach der Grösse geordnet geben wir nachstehend die beobachteten Drucke, nebst den dazu gehörigen Kochpunkten, wie sie zur Konstruktion der Kurve auf Tafel A benutzt wurden, noch einmal wieder.

Tabelle 51.

Essigsäure.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.
9,6	17,5	18,2	28,0	32,1	38,4
9,7	17,6	18,4	28,2	33,7	39,2
9,7	17,7	19,5	29,3	33,7	39,3
9,8	18,0	20,4	30,0	34,3	39,6
10,5	18,9	21,5	30,9	34,9	40,0
11,1	19,8	21,5	31,1	36,1	40,6
11,7	20,7	22,6	31,9	36,6	40,9
12,4	21,6	23,2	32,4	38,1	41,7
12,6	22,0	25,0	33,4	40,2	43,0
13,7	23,0	25,5	34,0	41,6	43,5
14,6	24,3	26,3	34,6	44,8	45,1
15,5	25,2	27,7	35,6	46,2	45,6
16,5	26,4	29,1	36,5	49,5	47,2
17,2	26,9	29,4	36,7	52,0	48,1
17,4	27,4	30,9	37,8	54,2	49,0

Nachdem die Thermometerkorrektur angebracht war, wurden aus der Kurve auf Tafel A die folgenden Werte als Dampfspannkräfte der Essigsäure abgelesen.

Tabelle 52.

Dampfspannkraft der Essigsäure nach mm. geordnet.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
10	18,1	22	31,2	34	39,4	46	45,4
11	19,5	23	32,1	35	40,0	47	45,8
12	21,0	24	32,9	36	40,5	48	46,3
13	22,3	25	33,7	37	41,0	49	46,7
14	23,5	26	34,4	38	41,5	50	47,2
15	24,6	27	35,1	39	42,0	51	47,6
16	25,7	28	35,7	40	42,5	52	48,1
17	26,7	29	36,4	41	43,0	53	48,5
18	27,7	30	37,1	42	43,5	54	48,9
19	28,6	31	37,7	43	44,0	55	49,3
20	29,5	32	38,3	44	44,5		
21	30,4	33	38,9	45	44,9		

Tabelle 53.

Kochpunkte der Essigsäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
17	9,2	26	16,2	35	26,6	44	42,6
18	9,8	27	17,1	36	28,1	45	44,7
19	10,5	28	18,1	37	29,6	46	46,9
20	11,2	29	19,2	38	31,2	47	49,2
21	11,9	30	20,3	39	33,0	48	51,5
22	12,7	31	21,4	40	34,8	49	53,8
23	13,5	32	22,6	41	36,7	50	56,2
24	14,3	33	23,9	42	38,6		
25	15,2	34	25,2	43	40,6		

Kahlbaum und Schröter.

Propionsäure.

Diese aus Cyanaethyl hergestellte Säure zeigte einen sehr guten Siedepunkt; nach Th. 2080 kochte dieselbe unter 738,9 mm. und 14° C. bei 139,8—140,0° C.; das gibt korrigirt als Siedepunkt der angewandten Propionsäure 140,8° C. d. h. 0,1° C. höher als die zu den statischen Bestimmungen benützte Säure. Der Schmelzpunkt wurde wiederum zu — 24° C. gefunden.

Bei diesen Versuchen, die erst später zur Prüfung der auf statischem Wege gewonnenen Resultate angestellt wurden, ist von der Anwendung der Quecksilberluftpumpe abgesehen worden, weil auch hier unter 10 mm. Druck der Siedepunkt der Säure so tief sinkt, dass ein gedeihliches Beobachten nicht wohl möglich ist.

Die Druckmessungen wurden an zwei Gefässbarometern vorgenommen, so dass die Reihe „Bv. u.“ in Fortfall kommt; dagegen ist bei allen Beobachtungen von Bv. 12,2 und von Bh. 8,2 abzuziehen. Die Temperaturen wurden durchgehends mit N. Th. 817 gemessen.

Tabelle 54.

Propionsäure.

(Wasserluftpumpe.)

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
17	743,1	738,9	46,2	743,7	15	741,9	728,7	13,2
17	742,3	738,0	47,2	743,7	15	741,9	727,9	14,0
17	741,1	736,8	48,9	743,7	15	741,9	726,7	15,2
17	740,0	735,7	50,2	743,9	15	742,1	725,6	16,5
17	739,0	734,8	51,2	744,1	15	742,3	724,6	17,7
17	738,1	733,8	52,4	744,1	15	742,3	723,7	18,6

Tabelle 54 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
17	736,8	732,3	53,5	744,0	15	742,2	722,4	19,5
17	735,1	730,9	54,9	744,0	15	742,2	720,8	21,4
17	734,0	729,8	55,9	744,0	15	742,2	719,7	22,5
17	733,0	728,8	56,7	744,0	15	742,2	718,7	23,5
17	732,0	727,8	57,7	744,2	15	742,4	717,7	24,7
17	731,0	726,8	58,5	744,2	15	742,4	716,7	25,7
17	730,0	725,8	59,3	744,3	15	742,5	715,7	26,8
17	728,9	724,7	60,2	744,3	15	742,5	714,6	27,9
17	727,2	723,0	61,2	744,5	16	742,6	712,9	29,7
17	725,1	720 9	62,6	744,6	16	742,7	710,8	31,9
17	723,4	719,2	63,6	744,6	16	742,7	709,1	33,6
17	721,4	717,1	64,9	744,6	16	742,7	707,1	35,6
17	719,8	715,6	65,8	744,6	16	742,7	705,5	37,2
19	720,7	716,6	67,0	747,6	16	745,7	706,2	39,5
19	718,9	714,8	68,0	747,6	16	745,7	704,4	41,3
19	716,5	712,4	69,0	747,6	16	745,7	702,0	43,7
19	714,6	710,5	69,8	747,6	16	745,7	700,1	45,6
19	712,5	708,3	70,7	747,6	17	745,6	698,0	47,6
19	710,3	706,2	71,6	747,5	17	745,5	695,3	49,7
19	708,1	704,0	72,4	747,5	17	745,5	693,6	51,9
19	706,0	701,9	73,2	747,5	17	745,5	691,5	54,0
19	704,1	700,1	74,0	747,5	17	745,5	689,7	55,8
20	701,8	697,8	74,9	747,4	17	745,4	687,3	58,1
21	696,9	692,8	76,2	746,2	18	744,0	682,2	61,8
21	694,4	690,2	77,0	746,2	18	744,0	679,7	64,3
21	691,9	687,7	77,8	746,0	18	743,8	677,2	66,6
22	688,1	684,0	78,8	745,9	19	743,6	673,3	70,3
22	685,9	681,8	79,5	745,8	19	743,5	671,7	72,4
21	746,4	742,4	44,7	745,3	19	743,0	731,5	11,5

Nachstehende Tabelle 55 bringt die beobachteten Drucke mit den dazugehörigen Temperaturen nach der Grösse geordnet noch einmal wieder, wie dieselben zur Konstruktion der Kurve auf Tafel C benutzt wurden,

Tabelle 55.

Propionsäure.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
11,5	44,7	25,7	58,5	47,6	70,7
13,2	46,2	26,8	59,3	49,7	71,6
14,0	47,2	27,9	60,2	51,9	72,4
15,2	48,9	29,7	61,2	54,0	73,2
16,5	50,2	31,9	62,6	55,8	74,0
17,7	51,2	33,6	63,6	58,1	74,9
18,6	52,4	35,6	64,9	61,8	76,2
19,8	53,5	37,2	65,8	64,3	77,0
21,4	54,9	39,5	67,0	66,6	77,8
22,5	55,9	41,3	68,0	70,3	78,8
23,5	56,7	43,7	69,0	72,4	79,5
24,7	57,7	45,6	69,8		

Nachdem noch die Thermometerkorrektur in Betracht gezogen war, wurden aus der in Tafel C gegebenen Kurve die nachstehenden Werte abgelesen.

Tabelle 56.

Dampfspannkraft der Propionsäure nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
10	41,8	23	56,3	36	65,0	49	71,2	62	76,1
11	43,3	24	57,1	37	65,6	50	71,6	63	76,5
12	44,8	25	57,9	38	66,1	51	72,0	64	76,8
13	46,1	26	58,7	39	66,6	52	72,4	65	77,2
14	47,3	27	59,4	40	67,1	53	72,8	66	77,5
15	48,5	28	60,1	41	67,6	54	73,2	67	77,8
16	49,6	29	60,8	42	68,1	55	73,6	68	78,1
17	50,6	30	61,4	43	68,6	56	74,0	69	78,4
18	51,6	31	62,1	44	69,1	57	74,4	70	78,6
19	52,6	32	62,7	45	69,5	58	74,8	71	79,0
20	53,6	33	63,3	46	69,9	59	75,1	72	79,3
21	54,5	34	63,9	47	70,4	60	75,5	73	79,6
22	55,4	35	64,4	48	70,8	61	75,8	74	79,9
								75	80,2

Tabelle 57.

Kochpunkte der Propionsäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
44	11,5	51	17,3	59	26,5	66	37,8	74	56,0
45	12,2	52	18,3	60	27,9	67	39,8	75	58,7
46	13,0	53	19,3	61	29,4	68	41,7	76	61,6
47	13,7	54	20,4	62	30,9	69	43,9	77	64,6
48	14,6	55	21,5	63	32,5	70	46,1	78	67,7
49	15,4	56	22,7	64	34,2	71	48,5	79	71,0
50	16,3	57	23,9	65	36,0	72	50,9	80	74,5
		58	25,1			73	53,5		

Kahlbaum und Schröter.

Normal - Buttersäure.

Die Schwierigkeiten, die sich der Herstellung absolut reiner Buttersäure entgegenstellten und die völlig zu heben uns nicht gelungen ist, gaben die Veranlassung, auch die Spannkraft der Buttersäure noch einmal dynamisch zu prüfen, da geringe Verunreinigungen auf die Resultate der dynamischen Methode von merklich schwächerem Einfluss als auf die statisch erhaltenen Resultate sind.

Es wurde als chemisch rein bezeichnete Buttersäure von den verschiedensten Firmen bezogen. Ein vergleichendes Studium derselben führte dahin, eine von C. A. F. Kahlbaum gelieferte Säure, die nach der von uns früher beschriebenen Methode[1]) von Methacrylsäure befreit war, zu verwenden.

Diese nun von uns für die dynamischen Bestimmungen gebrauchte Buttersäure kochte korr. bei 163,5° C. und schmolz bei —6,7° C. Unsere früheren Beobachtungen[2]) hatten ergeben: Siedepunkt 163,7° C., Schmelzpunkt — 8,5° C. Zu den Temperaturmessungen wurden benutzt N. Th. 817 und Th. 2076. Die Thermometerkorrektur ist bereits bei der Konstruktion der Kurve in Betracht gezogen worden.

Die folgende Tabelle 58 giebt die Originalbeobachtungen. Die Bedeutung der Kolonnen ist leicht verständlich oder aus der Zeichnung des Apparats ersichtlich.

Von Bv. ist bei den ersten 39 Beobachtungen 15,1 mm. abzuziehen, von Bh. 19,0 mm.; von den übrigen für Bv. 15,0 mm., von Bh. 19,2 mm. Bei der Buttersäure konnte auch die Quecksilberpumpe verwendet werden.

---

1) Vergl. pag. 697 ff.

2) Vergl. pag. 704.

Tabelle 58.

Normal-Buttersäure.

(Wasserluftpumpe.)

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
14	745,1	749,0	62,6	738,6	11	737,3	728,2	9,1
14	744,7	748,6	63,6	738,6	11	737,3	727,6	9,5
14	743,3	747,1	65,8	738,6	11	737,3	726,3	11,0
15	742,6	746,5	66,8	738,6	11	737,3	725,6	11,7
15	741,5	745,2	68,4	738,6	11	737,3	724,4	12,9
15	740,5	744,2	69,6	738,6	11	737,3	723,4	13,9
16	738,6	742,2	71,9	738,5	12	737,1	721,3	15,8
16	737,0	740,8	73,2	738,4	12	737,0	719,8	17,2
17	736,0	739,9	74,2	738,4	12	737,0	718,8	18,2
17	735,0	738,9	75,2	738,4	12	737,0	717,8	19,2
17	734,0	737,9	76,0	738,3	12	736,9	716,8	20,1
17	733,0	736,9	76,8	738,2	12	736,8	715,8	21,0
18	731,1	735,0	78,1	737,9	12	736,5	713,8	22,7
18	730,0	733,9	78,9	737,9	13	736,4	712,7	23,7
18	729,0	732,9	79,7	737,9	13	736,4	711,7	24,7
18	727,6	731,8	80,6	737,9	13	736,4	710,6	25,8
19	726,6	730,5	81,4	737,9	13	736,4	709,2	27,2
19	725,2	729,1	82,2	737,9	13	736,4	707,8	28,6
19	724,3	728,2	82,8	737,8	13	736,3	706,9	29,4
19	722,9	726,8	83,8	737,8	13	736,3	705,5	30,8
19	721,2	725,1	84,7	737,8	13	736,3	703,8	32,5
19	719,9	723,9	85,4	737,8	14	736,2	702,6	33,6
19	718,7	722,6	86,2	737,6	14	736,1	701,3	34,8
19	716,6	720,5	87,2	737,8	14	736,1	699,2	36,9
19	715,0	718,9	88,0	737,8	14	736,1	697,6	38,5
19	713,6	717,5	88,7	737,7	14	736,0	696,2	39,8
19	712,0	716,0	89,4	737,7	14	736,0	694,7	41,3
19	710,1	714,1	90,2	737,7	14	736,0	692,8	43,2
18	708,3	712,2	91,0	737,7	14	736,0	691,0	45,0
18	706,3	710,2	91,9	737,7	14	736,0	689,7	40,0
18	704,3	708,0	92,8	737,7	14	736,0	686,9	49,1

Tabelle 58 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
18	702,1	706,1	93,6	737,7	14	736,0	685,0	51,0
18	700,2	704,0	94,4	737,7	14	736,0	682,9	53,1
18	697,9	701,8	95,3	737,8	14	736,1	680,7	55,4
18	695,3	699,2	96,2	737,8	14	736,1	678,1	58,0
18	692,6	696,5	97,2	737,8	14	736,1	675,4	60,7
18	689,8	693,8	98,0	737,8	14	736,1	672,7	63,4
18	686,1	690,0	99,2	737,9	14	736,2	668,9	67,3
18	681,7	685,6	100,6	738,0	14	736,3	664,5	71,8
19	747,8	751,9	62,4	740,9	14	739,2	730,3	8,9
19	746,6	750,8	64,4	740,9	14	739,2	729,2	10,0
19	744,4	748,6	67,5	740,9	14	739,2	727,0	12,2
19	741,8	746,0	70,6	740,9	14	739,2	724,4	14,8
19	738,8	743,0	73,4	740,6	15	738,8	721,4	17,4
19	735,4	739,7	76,6	740,6	15	738,8	718,1	20,7
19	732,5	736,8	78,9	740,6	15	738,8	715,2	23,6
19	729,3	733,6	81,1	740,6	15	738,8	712,1	26,7
19	726,9	731,1	82,7	740,5	15	738,7	709,6	29,1
19	723,8	728,0	84,6	740,5	15	738,7	706,5	32,2
19	720,0	724,2	86,7	740,5	15	738,7	702,7	36,0

Tabelle 59.

Normal-Buttersäure

(Quecksilberluftpumpe).

T.	Bo.	Bu.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
17	753,0	11,3	30,0	741,3	15	739,5	739,4	0,1
17	752,2	11,1	35,5	741,2	15	739,4	738,8	0,6
17	751,7	11,1	40,5	741,1	15	739,3	738,3	1,0
17	751,0	11,1	43,7	741,0	15	739,2	737,6	1,6
17	750,1	11,1	46,7	741,0	15	739,2	736,7	2,5
17	749,4	11,1	49,7	740,9	15	739,1	736,0	3,1

Tabelle 59 (Fortsetzung).

T.	Bo.	Bu.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
18	748,9	11,1	51,8	740,8	15	739,0	735,5	3,5
18	748,0	11,1	53,7	740,8	16	738,9	734,6	4,3
18	747,1	11,1	55,4	740,8	16	738,9	733,7	5,2
18	746,5	11,1	56,9	740,8	16	738,9	733,1	5,8
18	746,0	11,2	58,5	740,8	16	738,9	732,5	6,4
18	745,1	11,2	59,8	740,7	16	738,8	731,6	7,2
18	744,4	11,3	61,5	740,7	16	738,8	730,8	8,0
18	743,9	11,4	62,8	740,6	16	738,7	730,2	8,5
18	743,0	11,4	63,9	740,5	16	738,6	729,3	9,3
18	742,5	11,5	64,9	740,5	16	738,6	728,7	9,9
18	742,0	11,6	65,8	740,5	16	738,6	728,1	10,5
18	741,1	11,7	66,7	740,5	16	738,6	727,1	11,5
18	740,6	11,7	67,6	740,5	16	738,6	726,6	12,0
18	740,0	11,8	68,5	740,5	16	738,6	725,9	12,7
18	738,1	11,8	69,6	740,0	16	738,0	724,0	14,0
18	737,7	11,8	70,4	739,9	16	738,0	723,6	14,4
18	736,2	11,8	71,8	739,9	16	738,0	722,1	15,9
18	735,1	11,8	73,1	739,9	16	738,0	721,0	17,0
18	739,0	11,8	68,8	739,7	17	737,7	724,9	12,8
18	740,9	11,8	66,4	739,7	17	737,7	726,8	10,9
18	742,4	11,8	63,8	739,7	17	737,7	728,3	9,4
18	744,0	11,8	61,1	739,7	17	737,7	729,9	7,8
18	745,1	11,8	58,4	739,7	17	737,7	731,0	6,7
18	745,1	11,8	58,9	739,7	17	737,7	731,0	6,7
18	746,9	11,8	55,4	739,6	17	737,6	732,8	4,8
18	747,9	11,8	51,7	739,6	17	737,6	733,8	3,8
18	748,8	11,8	49,6	739,6	17	737,6	734,7	2,9
19	749,7	11,8	46,0	739,6	18	737,5	735,5	2,0
19	750,4	11,8	41,2	739,5	18	737,4	736,2	1,2
19	750,7	11,8	41,0	739,5	18	737,4	736,5	0,9
19	751,0	11,8	39,0	739,5	18	737,4	736,8	0,6
19	751,3	11,8	35,8	739,5	18	737,4	737,1	0,3

Die folgende Tabelle 60 bringt die Beobachtungen noch einmal nach der Grösse geordnet wie dieselben zur Konstruktion der Kurve auf Tafel A benutzt wurden; in denselben ist der Temperaturkorrektion wie gesagt bereits Rechnung getragen.

Tabelle 60.

Normal-Buttersäure.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0,1	30,0	6,4	58,5	11,5	66,6	20,1	75,9	34,8	86,1
0,3	35,8	6,7	58,4	11,7	66,7	20,7	76,5	36,0	86,6
0,6	35,5	6,7	58,9	12,0	67,5	21,0	76,7	36,9	87,1
0,6	39,0	7,2	59,8	12,2	67,4	22,7	78,0	38,5	87,9
0,9	41,0	7,8	61,0	12,7	68,4	23,6	78,8	39,8	88,6
1,0	40,5	8,0	61,4	12,8	68,7	23,7	78,8	41,3	89,3
1,2	41,2	8,5	62,7	12,9	68,3	24,7	79,6	43,2	90,1
1,6	43,7	8,9	62,8	13,9	69,5	25,8	80,5	45,0	90,9
2,0	46,0	9,1	62,5	14,0	69,5	26,7	81,0	47,0	91,8
2,5	46,7	9,3	63,8	14,4	70,3	27,2	81,3	49,1	92,7
2,9	49,0	9,4	63,7	14,8	70,5	28,6	82,1	51,0	93,5
3,1	49,7	9,5	63,5	15,8	71,8	29,1	82,6	53,1	94,3
3,5	51,8	9,9	64,8	15,9	71,7	29,4	82,7	55,4	95,2
3,8	51,7	10,0	64,3	17,0	73,0	30,8	83,7	58,0	96,1
4,3	53,7	10,5	65,7	17,2	73,1	32,2	84,5	60,7	97,1
4,8	55,4	10,9	66,3	17,4	73,3	32,5	84,6	63,4	97,9
5,2	55,4	11,0	65,7	18,2	74,1	33,6	85,3	67,3	99,1
5,8	56,9			19,2	75,1			71,8	100,5

Tabelle 61 und 62 bringt die Dampfspannkräfte der Normal-Buttersäure nach mm. und nach °C. geordnet wie dieselben sich aus der Kurve auf Tafel A ergaben.

Tabelle 61.

Dampfspannkraft der Buttersäure nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm	°C.	mm.	°C.
0,5	35,5	21	76,6	46	91,4
1	39,6	22	77,4	47	91,8
1,5	42,7	23	78,2	48	92,3
2	45,3	24	79,0	49	92,7
2,5	47,3	25	79,8	50	93,1
3	49,1	26	80,5	51	93,5
3,5	50,7	27	81,1	52	93,9
4	52,2	28	81,8	53	94,3
4,5	53,6	29	82,5	54	94,6
5	54,9	30	83,1	55	95,0
6	57,3	31	83,7	56	95,4
7	59,4	32	84,3	57	95,7
8	61,4	33	84,9	58	96,1
9	63,1	34	85,5	59	96,5
10	64,7	35	86,1	60	96,8
11	66,1	36	86,6	61	97,2
12	67,4	37	87,1	62	97,5
13	68,6	38	87,6	63	97,8
14	69,8	39	88,1	64	98,2
15	70,9	40	88,6	65	98,5
16	72,0	41	89,1	66	98,8
17	73,0	42	89,6	67	99,1
18	73,9	43	90,0	68	99,4
19	74,9	44	90,5	69	99,8
20	75,8	45	91,0	70	100,1

Tabelle 62.

Kochpunkte der Buttersäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
35	0,4	48	2,7	61	7,8	75	19,1	88	38,7
36	0,6	49	3,0	62	8,3	76	20,3	89	40,8
37	0,7	50	3,3	63	8,9	77	21,4	90	42,9
38	0,8	51	3,6	64	9,6	78	22,6	91	45,1
39	0,9	52	3,9	65	10,2	79	24,0	92	47,4
40	1,0	53	4,3	66	10,9	80	25,3	93	49,8
41	1,2	54	4,6	67	11,7	81	26,8	94	52,3
42	1,4	55	5,0	68	12,5	82	28,3	95	54,9
43	1,5	56	5,4	69	13,3	83	29,9	96	57,7
44	1,7	57	5,8	70	14,1	84	31,5	97	60,5
45	1,9	58	6,3	71	15,1	85	33,1	98	63,5
46	2,1	59	6,8	72	16,0	86	34,9	99	66,5
47	2,4	60	7,3	73	17,0	87	36,9	100	69,8
				74	18,1				

Kahlbaum und **Schröter.**

Normal-Valeriansäure.

Die Normal-Valeriansäure war in ziemlich reinem Zustande von C. A. F. Kahlbaum bezogen, sie siedete zwischen 183,4° C. und 185,4° C. Nach mehrfacher Fraktion wurde mit N. Th. 1396 bei 748,7 mm. und 13°C. der Siedepunkt der gereinigten Säure zu 184,0 bestimmt, daraus ergiebt sich nach Anbringung aller Korrekturen, dass eine Normal-Valeriansäure vom Siedepunkt 184,3° C. benutzt wurde. Der Erstarrungspunkt der normalen Valeriansäure wurde im Vakuum mit Kohlensäure und Äther bei etwa —100° C. gefunden. Bei der Abkühlung beginnt die Säure von —60° C. an dick-

flüssig zu werden, jedoch bei —100° C. erst war die Erstarrung so weit gediehen, dass die Säure am Thermometer fest haftend mit diesem aus dem Gefriergefäss gezogen werden konnte.

Die besten bisherigen Untersuchungen von Lieben und Rossi [1]) geben als Siedepunkt bei 736 mm. 184,0° C. bis 185,0° C. an, dem entspräche 185,4° C. bei 760 mm. Das spezifische Gewicht der Säure wurde zu 0,9644 bei 4° C. und zu 0,9494 bei 21° C. [2]) bestimmt; Lieben und Rossi [1]) geben an 0,9577 bei 0° C. und 0,9400 bei 30° C.; Zander [3]) fand 0,9562 bei 0° C. und 0,9377 bei 30° C. Nach Lieben und Rossi ist die Säure bei —16° C. noch flüssig. Durch Aufnahme unserer Angabe in die bekannte Tabelle von Baeyer [4]) über Regelmässigkeit im Schmelzpunkt homologer Verbindungen erhält dieselbe ein etwas anderes Gesicht, indem nunmehr die Schmelzpunkte der unpaaren Fettsäuren nicht von C_3 an, sondern erst von C_5 an regelmässig steigen.

Zu den Temperaturmessungen wurde benutzt bei Anwendung der Wasserluftpumpe Th. K. I.; bei den Bestimmungen mit der Quecksilberluftpumpe bis 50° C. N. Th. 1386, über 50° C. N. Th. 817.

Die Anwendung dieser verschiedenen Thermometer machte, wie wir nicht verfehlen wollen zu betonen, die Korrektur schwierig und einigermassen illusorisch; doch konnte dieselbe nicht vermieden werden. Die Gründe für nachträgliche Korrektur haben wir bereits früher auseinander gesetzt.

Tabelle 63 bringt zunächst die Originalbeobachtungen.

---

[1]) Lieben & Rossi, Liebig Annal. Bd. 159. 1871, pag. 58.

[2]) Bestimmt durch G. C. Schmidt.

[3]) Zander, Liebig Annal. Bd. 224. 1884, pag. 66.

[4]) Baeyer, Deutsch. chem. Gesellsch. Ber. Bd. 10, 1877, p. 1287.

Tabelle 63.

Normal-Valeriansäure.

(Wasserluftpumpe)

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
8	943,7	208,8	743,8	85,6	748,4	12	747,0	733,9	13,1
8	942,6	209,8	741,5	88,3	748,4	12	747,0	731,8	15,2
11	941,0	211,9	738,0	92,0	748,0	12	746,6	727,7	18,9
11	939,9	212,9	735,8	93,8	748,0	12	746,6	725,6	21,0
10	938,1	214,9	732,0	97,0	748,2	12	746,8	721,9	24,9
10	937,3	215,7	730,8	98,1	748,2	12	746,8	720,5	26,3
6	919,0	234,1	693,7	115,4	748,7	12	747,3	684,2	63,1
11	944,0	208,9	744,0	83,2	746,5	11	745,2	733,7	11,5
10	940,4	212,5	736,8	91,6	746,3	11	745,0	726,6	18,4
10	939,3	213,6	734,9	93,5	746,4	11	745,1	724,6	20,5
7	940,9	211,7	737,9	81,4	739,7	11	738,4	728,3	10,1
7	940,0	212,2	736,4	83,0	739,3	11	738,0	726,8	11,2
7	939,3	212,9	735,1	84,4	739,0	11	737,7	725,5	12,2
7	938,7	213,8	733,8	86,0	738,8	11	737,5	724,0	13,5
7	922,3	230,7	700,7	108,5	738,0	13	736,5	690,9	45,6
7	921,3	231,6	698,7	109,4	738,2	13	736,7	689,0	47,7
7	920,3	232,7	696,5	110,3	738,4	13	737,9	686,8	50,1
7	919,2	233,9	694,3	111,2	738,5	12	737,1	684,6	52,5
7	918,2	234,9	692,3	112,2	738,8	12	737,4	682,6	54,8
8	944,9	207,3	746,2	81,8	748,4	11	747,1	736,5	10,6
8	944,2	207,9	745,0	83,6	748,4	11	747,1	735,3	11,8
8	922,9	230,3	701,9	111,6	745,7	12	744,3	691,8	52,5
8	921,3	231,9	698,4	112,6	745,0	11	743,7	688,5	55,2
13	938,9	214,8	733,0	96,7	747,9	11	746,6	722,5	24,1
13	937,1	216,4	729,5	99,0	747,7	11	746,4	719,1	27,3
13	936,1	217,5	727,5	100,3	747,6	11	746,3	717,0	29,3
13	935,2	218,4	725,7	101,4	747,6	11	746,3	715,2	31,3
13	934,6	219,0	724,5	102,1	747,6	11	746,3	714,0	32,3
13	933,5	220,1	722,2	103,4	747,6	11	746,3	711,8	34,5
13	932,7	221,0	720,6	104,3	747,6	11	746,3	710,1	36,2
13	931,4	222,3	718,1	105,6	747,6	11	746,3	707,6	38,7

Tabelle 63 (Fortsetzung).

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
14	930,9	223,0	716,9	106,2	747,6	11	746,3	706,2	40,0
14	929,9	223,9	714,9	107,2	747,6	11	746,3	704,3	42,0
14	929,0	224,8	713,4	108,0	747,7	11	746,4	702,7	43,7
14	922,9	231,2	700,6	113,2	747,8	11	746,5	690,0	56,5
14	921,7	232,6	698,1	114,2	747,8	11	746,5	687,5	59,0
14	920,5	233,9	695,5	115,1	747,9	11	746,6	684,9	61,7
14	918,1	236,4	690,5	116,8	747,9	11	746,6	680,0	66,6
14	942,0	209,7	741,0	89,3	747,9	11	746,6	730,5	16,1
14	941,4	210,2	740,0	90,3	747,9	11	746,6	729,4	17,2
14	939,1	212,5	735,4	94,6	747,9	11	746,6	724,8	21,8
14	938,5	213,0	734,3	95,5	747,9	11	746,6	723,7	22,9

Tabelle 64.

Normal-Valeriansäure.

(Quecksilberluftpumpe.)

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
15	711,0	2,6	94,2	730,2	14	728,5	706,6	21,9
16	715,5	2,9	90,9	730,2	14	728,5	710,6	17,9
16	718,1	3,0	87,8	730,2	15	728,4	713,1	15,3
16	719,0	3,0	86,7	730,2	15	728,4	714,0	14,4
16	721,0	3,0	84,2	730,2	15	728,4	716,0	12,4
16	721,4	3,0	83,5	730,1	15	728,3	716,4	11,9
17	725,9	3,1	75,6	730,0	15	728,2	720,7	7,5
17	727,0	3,1	74,2	730,0	16	728,1	721,8	6,3
17	727,6	3,1	72,4	729,9	16	728,0	722,4	5,6
17	728,1	3,2	71,3	729,8	16	727,9	722,8	5,1
18	729,0	3,2	69,4	729,8	16	727,9	723,5	4,4
18	729,2	3,2	68,0	729,7	16	727,8	723,7	4,1
18	729,6	3,2	67,4	729,7	16	727,8	724,1	3,7

Tabelle 64 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
19	730,0	3,2	66,3	729,7	17	727,7	724,4	3,3
19	730,4	3,3	64,8	729,7	17	727,7	724,7	3,0
19	730,9	3,3	63,6	729,7	17	727,7	725,2	2,5
19	731,0	3,3	62,4	729,7	17	727,7	725,3	2,4
19	731,5	3,3	61,1	729,8	17	727,8	725,8	2,0
20	735,3	0,0	59,5	735,9	10	734,7	732,8	1,9
20	736,0	0,0	59,2	736,3	10	735,1	733,5	1,6
20	736,0	0,0	59,6	736,4	10	735,2	733,5	1,7
20	737,0	0,0	52,0	736,4	10	735,2	734,5	0,7
18	738,0	0,2	36,0	736,8	11	735,5	735,5	0
18	738,0	0,2	35,0	736,8	11	735,5	735,5	0
17	732,9	0,0	59,5	732,9	14	731,2	730,2	1,0
18	734,1	1,7	59,4	733,2	15	731,4	730,1	1,3
18	735,0	1,8	45,6	733,3	15	731,5	730,9	0,6
14	734,1	1,0	37,8	733,0	13	731,5	731,3	0,2
15	734,3	1,3	42,0	733,1	13	731,6	731,1	0,5
16	733,0	1,8	62,9	733,6	13	732,1	729,2	2,9
17	732,9	1,9	65,4	733,9	14	732,2	728,8	3,4
16	732,0	1,9	67,5	733,9	14	732,2	728,1	4,1
16	731,6	2,0	69,4	733,9	14	732,2	727,6	4,6
17	731,1	2,0	71,0	733,9	14	732,2	726,9	5,3
16	730,2	1,9	72,5	733,9	14	732,2	726,3	5,9
15	730,0	2,0	73,8	733,8	13	732,3	726,1	6,2
15	729,7	2,1	75,2	733,8	13	732,3	725,7	6,6
16	729,2	2,2	76,2	734,0	13	732,5	725,0	7,5
17	729,0	2,2	77,4	734,0	14	732,3	724,7	7.6
17	728,2	2,2	78,5	733,9	14	732,2	723,9	8,3
16	727,0	2,0	79,6	733,9	14	732,1	723,0	9,1
18	720,0	2,2	90,6	734,8	14	733,1	715,6	17,5
18	719,2	2,3	91,6	735,1	15	733,3	714,7	18,6

Die in beiden Apparaten gewonnenen Werte stellen wir, nach ihrer Grösse geordnet, in der folgenden Tabelle 65 zusammen, aus welchen dann die Siedekurve auf Tafel A konstruirt wurde.

Tabelle 65.

Normal-Valeriansäure.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0	35,0	3,4	65,4	10,1	81,4	18,6	91,6	40,0	106,2
0	36,0	3,7	67,4	10,6	81,8	18,9	92,0	42,0	107,2
0,2	37,8	4,1	67,5	11,2	83,0	20,5	93,5	43,7	108,0
0,5	42,0	4,1	68,0	11,5	83,2	21,0	93,8	45,6	108,5
0,6	45,6	4,4	69,4	11,8	83,6	21,8	94,6	47,7	109,4
0,7	52,0	4,6	69,4	11,9	83,5	21,9	94,2	50,1	110,3
1,0	59,5	5,1	71,3	12,2	84,4	22,9	95,5	52,5	111,2
1,3	59,4	5,3	71,0	12,4	84,2	24,1	96,7	52,5	111,6
1,6	59,2	5,6	72,4	13,1	85,6	24,9	97,0	54,8	112,2
1,7	59,6	5,9	72,5	13,5	86,0	26,3	98,1	55,2	112,6
1,9	59,5	6,2	73,8	14,4	86,7	27,3	99,0	56,5	113,2
2,0	61,1	6,3	74,2	15,2	88,3	29,3	100,3	59,0	114,2
2,4	62,4	7,5	75,6	15,3	87,8	31,1	101,4	61,7	115,1
2,5	63,6	7,5	76,2	16,1	89,3	32,3	102,1	63,1	115,4
2,9	62,9	7,6	77,4	17,2	90,3	34,5	103,4	66,6	116,8
3,0	64,8	8,3	78,5	17,5	90,6	36,2	104,3		
3,3	66,3	9,1	79,6	17,9	90,9	38,7	105,6		

Aus der mittelst der obenstehenden Zahlen konstruirten Siedekurve wurden, nachdem die Thermometerkorrekturen angebracht waren, die in den beiden folgenden Tabellen 66 und 67 angegebenen Spannkräfte und Kochpunkte der normalen Valeriansäure abgelesen.

Tabelle 66.

Dampfspannkraft der Normal-Valeriansäure nach mm. **geordnet.**

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0	34,9	12	84,0	27	98,7	42	107,1
0,5	50,4	13	85,4	28	99,4	43	107,5
1	55,0	14	86,6	29	100,1	44	108,0
1,5	58,3	15	87,8	30	100,7	45	108,4
2	60,7	16	88,9	31	101,3	46	108,9
2,5	62,9	17	90,0	32	101,9	47	109,3
3	64,7	18	91,0	33	102,5	48	109,7
4	67,9	19	92,0	34	103,1	49	110,1
5	70,5	20	93,0	35	103,7	50	110,5
6	72,9	21	93,9	36	104,2	51	110,9
7	75,1	22	94,8	37	104,7	52	111,3
8	77,1	23	95,6	38	105,2	53	111,7
9	79,1	24	96,4	39	105,7	54	112,1
10	80,8	25	97,2	40	106,2	55	112,5
11	82,4	26	98,0	41	106,6	56	112,8

Tabelle 67.

Kochpunkt der Normal-Valeriansäure nach ° C. geordnet.

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.	° C.	mm.
35	0	70	4,8	84	12,0	98	26,0
45	0,1	71	5,2	85	12,7	99	27,4
50	0,5	72	5,6	86	13,5	100	28,9
55	1,0	73	6,0	87	14,3	101	30,4
60	1,8	74	6,5	88	15,2	102	32,1
61	2,0	75	6,9	89	16,1	103	33,8
62	2,3	76	7,4	90	17,0	104	35,6
63	2,5	77	7,8	91	18,0	105	37,6
64	2,8	78	8,4	92	19,0	106	39,6
65	3,1	79	8,9	93	20,0	107	41,8
66	3,4	80	9,5	94	21,1	108	44,0
67	3,7	81	10,1	95	22,2	109	46,3
68	4,0	82	10,7	96	23,4	110	48,6
69	4,4	83	11,4	97	24,7	111	51,0

Kahlbaum und **Schröter.**

Normal-Capronsäure.

Als Material für die reine Capronsäure stand uns nur ein unreines Produkt von C. A. F. Kahlbaum zur Verfügung; die zur Reinigung angewandte Methode beruht darauf, dass die Baryumsalze der höheren Fettsäuren in Wasser schwer löslich sind, und etwa noch in Lösung vorhandene Anteile sich in Form saurer Salze durch eingeleitete Kohlensäure niederschlagen lassen.

Demgemäss wurde die Lösung des rohen Baryumcapronates, nachdem der aus den Salzen der höheren Fettsäuren bestehende Rückstand abfiltrirt war, mit

Kohlensäure gesättigt. Der sich bildende Niederschlag wurde von Neuem durch Filtration von der Lösung getrennt und endlich das Filtrat mit Salzsäure versetzt, wobei die Capronsäure ausfiel.

Die so erhaltene Capronsäure siedete sofort zwischen 204,8 und 205,5° C., abgesehen von einigen wenigen ccm. Vor- und Nachlauf.

Die Ausbeute betrug auf 100 gr. des Rohprodukts etwa 70 % dieser Säure.

Die so gereinigte Säure wurde noch mehrmals ausgefroren und zeigte dann bei 751,5 mm. und 15° C. nach dem N. Th. 827 den Siedepunkt 205,1° C.; das ergiebt, dass nach Anbringung aller Korrekturen eine Normal-Capronsäure vom Siedepunkt 205,7° C. angewendet wurde.

Lieben und Janecek[1]) geben für 761,2 mm. den Siedepunkt zu 204,5—205° C. an. Der Schmelzpunkt unserer Säure wurde bei —5,2 ° C. gefunden. Derselbe erweist sich demnach erheblich tiefer als der von Fittig[2]) zu —1,5 ° C. angegebene.

Zu den Temperaturmessungen dienten Th. K. I und N. Th. 817.

Von Bh. ist bei den Bestimmungen mit der Wasserluftpumpe 8,9 mm. als Stand des Quecksilbers im Gefäss abzuziehen, ebenfalls die gleiche Grösse von B. bei Anwendung der Quecksilberluftpumpe.

Tabelle 68 und 69 bringen die Originalbeobachtungen, wie sie unter Anwendnng der Wasserluftpumpe und dann der Quecksilberluftpumpe erhalten wurden.

---

[1]) Lieben und Janecek, Liebig Annal. Bd. 187. 1877, pag. 126.

[2]) Fittig, Liebig Annal. Bd. 200, 1880, pag. 49.

Tabelle 68.

Normal-Capronsäure.

(Wasserluftpumpe.)

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
9	914,2	183,7	739,4	97,8	740,5	13	738,9	729,4	9,5
10	913,7	184,4	738,2	98,2	739,3	14	737,6	728,0	9,6
11	912,0	186,3	734,5	100,1	736,8	15	735,0	724,3	10,7
11	911,4	187,0	733,2	101,4	736,3	15	734,5	723,0	11,5
11	910,1	188,0	731,1	103,8	736,0	15	734,2	720,7	13,5
10	909,7	188,6	730,1	105,1	735,9	15	734,1	719,8	14,3
10	909,1	189,1	728,9	106,2	735,7	15	733,9	718,7	15,2
11	908,6	190,0	727,4	107,5	735,5	15	733,7	717,2	16,5
11	907,9	190,8	726,2	108,8	735,4	15	733,6	715,8	17,8
11	907,0	191,3	724,7	110,0	735,1	15	733,3	714,3	19,0
11	906,7	192,0	723,6	110,8	735,0	15	733,2	713,3	19,9
10	900,1	198,0	711,3	118,4	731,7	14	730,0	701,0	29,0
10	899,1	198,9	709,4	119,6	731,4	14	729,7	699,1	30,6
11	894,1	204,1	699,2	124,8	730,2	14	728,5	688,8	39,7
11	893,7	204,9	698,0	125,5	730,2	14	728,5	687,6	40,9
11	892,5	205,9	695,8	126,5	730,2	15	728,4	685,5	42,9
11	891,7	206,8	694,1	127,2	730,0	15	728,2	683,7	44,5
11	891,2	207,3	692,9	127,8	730,0	16	728,1	682,6	45,5
11	890,0	208,5	690,7	128,4	729,8	16	727,9	680,3	47,6
10	888,2	210,3	687,1	129,9	729,7	17	727,7	676,8	50,9
10	887,2	211,4	685,0	131,0	729,8	17	727,8	674,7	53,1
10	885,5	213,1	681,5	132,6	730,0	18	727,9	671,3	56,6
7	894,3	203,1	700,2	121,1	724,9	15	723,1	690,4	32,7
6	893,3	204,2	698,3	122,2	725,0	15	723,2	688,5	34,7
6	892,0	205,7	695,5	123,5	724,9	15	723,1	685,8	37,3
6	879,3	219,0	669,2	134,6	724,7	15	722,9	659,6	63,3
6	875,9	222,8	662,0	136,8	724,9	15	723,1	652,4	70,7
6	877,5	221,0	665,7	135,7	724,8	15	723,0	655,9	67,1
5	970,8	236,0	743,8	100,0	746,7	15	744,9	731,2	10,7
7	961,9	245,3	725,8	116,8	745,0	16	743,2	715,9	27,3
7	961,5	246,0	724,3	117,8	745,0	16	743,1	714,6	28,5

Tabelle 68 (Fortsetzung).

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
8	959,7	247,7	720,8	120,6	744,9	17	742,8	711,0	31,8
9	916,6	181,2	744,3	102,8	748,8	16	746,9	734,3	12,6
9	916,5	181,5	743,8	103,7	749,1	16	747,2	733,9	13,3
9	916,1	181,8	743,2	104,6	749,4	17	747,3	733,2	14,1
9	915,3	182,8	741,5	105,8	748,2	14	746,5	731,4	15,1
9	913,7	184,1	738,7	109,2	748,8	16	746,9	728,6	18,3
9	912,9	185,0	736,7	111,4	749,1	16	747,2	726,8	26,4
9	912,6	185,4	736,3	112,0	749,3	17	747,2	726,2	21,0
9	911,7	186,1	734,7	113,7	749,5	17	747,4	724,6	22,8
9	910,7	187,4	732,5	115,4	749,5	18	747,3	722,3	25,0
9	911,0	186,9	733,1	114,8	749 ,5	17	747,4	723,0	24,4

Tabelle 69.

Normal-Capronsäure

(Quecksilberluftpumpe).

T.	B.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
22,0	748,4	92,2	745,8	22	743,2	736,6	6,6
22,5	749,8	89,5	745,8	22	743,2	739,7	5,3
22,5	750,8	86,5	745,8	22	743,2	738,9	4,3
22,5	752,0	83,0	745,7	22	743,1	740,1	3,0
23,0	753,5	75,0	745,7	22	743,1	741,5	1,6
23,0	754,0	78,0	745,7	22	743,1	742,0	1,1
23,5	754,2	69,0	745,7	22	743,1	742,2	0,9
23,5	754,4	67,0	745,7	22	743,1	742,4	0,7
23,5	754,8	62,5	745,6	22	743,0	742,8	0,2
23,5	748,0	90,4	744,3	23	741,5	736,0	5,5
24,0	749,8	85,4	744,3	23	741,5	737,7	3,8
24,0	750,6	82,2	744,3	23	741,5	738,5	3,0
24,0	751,0	78,4	744,2	23	741,4	738,9	2,5

Tabelle 69 (Fortsetzung).

T.	B.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
24,0	752,0	74,0	744,2	23	741,4	739,9	1,5
24,5	752,8	70,0	744,2	23	741,4	740,7	0,7
25,0	753,1	64,0	744,1	24	741,2	740,9	0,3
25,0	753,3	62,5	744,1	24	741,2	741,1	0,1
21,0	743,0	98,7	743,7	20	741,3	731,3	10,0
21,5	744,2	97,0	743,7	20	741,3	732,5	8,8
22,0	745,1	95,5	743,6	20	741,2	733,3	7,9
22,0	746,0	93,8	743,6	21	741,1	734,2	6,9
22,0	747,0	91,4	743,4	21	740,9	735,2	5,7
23,0	745,8	94,8	743,6	21	741,1	734,0	7,1
23,0	751,5	74,0	743,6	21	741,1	739,7	1,4

Die sämmtlichen Beobachtungen in einer Reihe nach den Drucken geordnet, wie dieselben zur Konstruktion der Kurve auf Tafel A Verwendung fanden, lassen wir in Tabelle 70 noch einmal folgen.

Tabelle 70.

Normal-Capronsäure.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0,1	62,5	1,6	75,0	6,6	92,2	10,7	100,1
0,2	62,5	2,5	78,4	6,9	93,8	11,5	101,4
0,3	64,0	3,0	82,2	7,1	94,8	12,6	102,8
0,7	67,0	3,0	83,0	7,9	95,5	13,3	103,7
0,7	67,0	3,8	85,4	8,8	97,0	13,5	103,8
0,9	69,0	4,3	86,5	9,5	97,8	14,1	104,6
1,1	71,0	5,3	89,5	9,6	98,2	14,3	105,1
1,4	74,0	5,5	90,4	10,0	98,7	15,1	105,8
1,5	74,0	5,7	91,4	10,7	100,0	15,2	106,2

Tabelle 70 (Fortsetzung).

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
16,5	107,5	24,4	114,8	34,7	122,2	50,9	129,9
17,8	108,8	25,0	115,4	37,3	123,5	53,1	131,0
18,3	109,2	27,3	116,8	39,7	124,8	56,6	132,6
19,0	110,0	28,5	117,8	40,9	125,5	63,3	134,6
19,9	110,8	29,0	118,4	42,9	126,5	67,1	135,7
20,4	111,4	30,6	119,6	44,5	127,2	70,7	136,8
21,0	112,0	31,8	120,6	45,5	127,8	73,7	137,8
22,8	113,7	32,7	121,1	47,6	128,4		

Aus diesen in der vorstehenden Tabelle gegebenen Beobachtungen wurde die Kurve konstruirt und aus dieser die nachfolgenden Werte, bei denen die Thermometerkorrektion angebracht ist, abgelesen.

Tabelle 71.

Dampfspannkraft der Normal-Capronsäure nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0,5	65,4	9	97,4	22	113,0	35	122,4	48	129,0
1	70,8	10	99,0	23	113,8	36	123,0	49	129,5
1,5	74,5	11	100,5	24	114,6	37	123,6	50	129,9
2	77,5	12	101,9	25	115,5	38	124,2	51	130,4
2,5	80,0	13	103,3	26	116,3	39	124,7	52	130,8
3	82,2	14	104,6	27	117,0	40	125,2	53	131,3
3,5	84,3	15	105,8	28	117,8	41	125,8	54	131,7
4	86,1	16	107,0	29	118,5	42	126,2	55	132,1
4,5	87,7	17	108,1	30	119,2	43	126,7	56	132,6
5	89,2	18	109,1	31	119,9	44	127,1	57	133,0
6	91,7	19	110,2	32	120,6	45	127,6	58	133,4
7	93,8	20	111,1	33	121,2	46	128,1	59	133,9
8	95,7	21	112,1	34	121,8	47	128,6	60	134,3

Tabelle 72.

Kochpunkte der Normal-Capronsäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
60	0,2	94	7,1	108	16,9	122	34,7
65	0,4	95	7,6	109	17,9	123	36,4
70	0,9	96	8,2	110	18,9	124	38,2
75	1,5	97	8,8	111	19,9	125	40,2
80	2,5	98	9,4	112	21,0	126	42,3
85	3,6	99	10,0	113	22,1	127	44,4
86	3,9	100	10,6	114	23,4	128	46,6
87	4,2	101	11,3	115	24,6	129	48,8
88	4,5	102	12,0	116	25,9	130	51,0
89	4,9	103	12,8	117	27,2	131	53,3
90	5,3	104	13,6	118	28,5	132	55,6
91	5,7	105	14,4	119	30,0	133	58,0
92	6,1	106	15,2	120	31,4	134	60,3
93	6,6	107	16,0	121	33,0	135	62,6

Kahlbaum und **Schröter.**

Normal-Heptylsäure.

Die Heptylsäure wurde aus einem bei 220,5 °C. bis 221,3 °C. siedenden reinen Produkt von C. A. F. Kahlbaum herausfraktionirt und kochte dann nach N. Th. 827 unter 744,3 mm. und 22 °C. bei 220,9 °C. Nach Anbringung aller Korrekturen wurde somit eine Normal-Heptylsäure vom Siedepunkt 221,8 °C. benutzt. Grimshaw und Schorlemmer [1]) und ebenso Franchimont [2])

[1]) Grimshaw und Schorlemmer, London, chem. Soc. Journ. Bd. 26, 1873 pag. 1076.

[2]) Franchimont, Deutsch. chem. Gesell. Ber. Bd. 5. 1872 pag. 786.

geben den Siedepunkt zu 223—224° C. bei 763 mm. Druck an. Der Schmelzpunkt wurde gefunden zu —9,0° C. Nach Angaben von Franchimont[1]) ist die, in der Kältemischung von —18° C. erstarrende, Säure bei —8° C. wieder völlig flüssig. Grimshaw und Schorlemmer fanden den Schmelzpunkt bei —10,5° C.

Die Temperaturmessungen wurden mit dem Th. K. I. ausgeführt.

Bei dieser Säure wurden für die Druckmessungen Barometer, die in weite Gefässe tauchten, angewandt. Bei Anwendung der Wasserluftpumpe ist sowohl von Bv. als von Bh. jedesmal 10,0 mm. abzuziehen, für B. bei den Messungen mit der Quecksilberluftpumpe dagegen 2,2 mm.

Es folgen in Tabellen 73 und 74 die Originalbeobachtungen.

Tabelle 73.
Normal-Heptylsäure.
(Wasserluftpumpe.)

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B \frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
26	740,1	740,0	118,5	744,1	26	741,0	726,7	14,3
25	739,4	739,3	119,2	744,1	26	741,0	726,1	14,9
23	739,0	740,0	120,5	745,5	23	742,7	726,9	15,8
23	739,1	739,4	121,3	745,7	23	742,9	726,4	16,5
23	737,6	738,0	122,8	745,7	23	742,9	724,9	18,0
23	738,0	738,4	122,2	745,6	24	742,7	725,3	17,4
23	732,7	733,0	126,8	745,0	23	742,2	720,0	22,2
23	734,2	734,2	125,6	745,0	23	742,2	721,3	20,9
23	735,6	735,8	124,3	745,2	23	742,3	722,8	19,5

[1]) Franchimont, Deutsch. chem. Gesell. Ber. Bd. 5. 1872 pag. 786.

Tabelle 73 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
20	732,3	732,7	127,9	745,7	20	743,3	720,0	23,3
20	730,0	730,3	129,7	745,7	20	743,3	717,7	25,6
21	728,7	729,0	128,5	745,6	21	743,1	718,9	24,2
22	727,2	727,6	131,6	745,6	22	743,0	714,7	28,3
22	729,6	729,8	129,7	745,5	22	742,9	717,0	25,9
22	728,2	728,3	130,7	745,4	22	742,8	715,6	27,2
22	725,0	725,0	132,9	745,5	22	742,9	712,3	30,6
21	722,7	722,8	134,5	745,7	21	743,2	710,2	33,0
19	728,0	728,0	132,1	747,0	19	744,7	715,6	29,1
19	712,5	712,9	140,7	746,9	19	744,6	700,4	44,2
20	714,0	714,4	140,0	746,9	20	744,5	701,8	42,7
21	707,6	707,8	142,8	746,8	21	744,3	695,2	49,1
22	713,4	713,8	139,7	745,9	22	743,3	700,9	42,4
22	721,8	721,9	135,2	745,9	22	743,3	709,2	34,1
20	724,2	724,3	134,0	746,2	20	743,8	711,8	32,0
21	715,9	716,0	138,8	746,1	21	743,6	703,4	40,2
21	719,2	719,4	136,8	745,9	21	743,4	706,7	36,7
22	720,7	720,8	135,5	745,3	22	742,7	708,1	34,6
23	716,6	716,8	137,9	745,3	22	742,7	703,9	38,8
23	693,6	693,7	147,9	745,2	22	742,4	681,0	61,4
23	701,0	701,1	145,2	745,2	23	742,4	688,3	54,1
21	705,6	705,8	143,6	745,7	21	743,2	693,2	50,0
22	697,3	697,7	146,8	745,5	22	742,9	685,2	57,7
21	700,1	700,5	145,8	745,7	21	743,2	687,8	55,4
23	687,0	687,5	149,5	745,4	23	742,6	677,3	65,3
24	706,9	707,2	142,3	744,5	24	741,6	694,0	47,6
24	702,8	702,9	144,2	744,4	24	741,5	690,0	51,5
24	740,1	739,9	118,6	744,4	24	741,5	727,0	14,5
23	739,1	738,9	119,9	744,3	23	741,5	726,1	15,4
23	736,3	736,0	123,2	744,5	23	741,7	723,2	18,5

Tabelle 74.

Normal-Heptylsäure.

(Quecksilberluftpumpe.)

T.	B.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck.
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
16,5	732,0	127,8	733,0	16	731,1	708,0	23,1
16,5	733,7	127,0	733,0	16	731,1	709,5	21,4
17	735,1	125,6	732,9	16	731,0	711,0	20,0
17,5	736,2	124,2	732,8	17	730,8	712,0	18,8
19	741,9	116,3	731,7	18	729,6	717,5	12,1
19	748,0	105,4	731,4	18	729,3	723,6	5,7
19	749,0	101,9	731,4	18	729,3	724,6	4,7
19	749,4	99,0	731,4	18	729,3	725,0	4,3
19	750,5	96,6	731,4	18	729,3	726,1	3,2
18,5	751,1	94,3	731,4	18	729,3	726,8	2,5
18,5	751,6	92,0	731,5	18	729,4	727,3	2,1
19	752,0	91,0	731,5	18	729,4	727,6	1,8
19	752,3	91,5	731,7	18	729,6	727,9	1,7
19	752,3	91,0	731,7	18	729,6	727,9	1,7
19	752,5	88,0	731,8	18	729,7	728,1	1,6
17	741,0	120,4	734,2	16	732,3	716,9	15,4
17,5	742,0	119,4	734,2	16	732,3	717,8	14,5
17,5	743,1	118,4	734,1	16	732,2	718,9	13,3
17,5	746,0	113,5	734,1	16	732,2	721,8	10,4
18,5	745,5	114,5	734,0	17	732,0	721,2	10,8
18,5	745,1	114,8	734,0	17	732,0	720,8	11,2
19	746,0	112,6	733,6	17	731,6	721,6	10,0
19	747,0	111,0	733,5	17	731,5	722,6	8,9
19,5	747,4	110,0	733,3	18	731,2	723,0	8,2
19,5	748,8	107,0	733,3	18	731,2	724,4	6,8
20	751,2	104,3	733,3	18	731,2	725,7	5,5
20	752,4	96,3	733,4	19	731,2	727,9	3,3
20,5	753,0	93,8	733,4	19	731,2	728,4	2,8
20	753,8	89,4	733,5	19	731,3	729,3	2,0
20	754,3	87,6	733,5	18	731,4	729,8	1,6
20	754,9	85,6	733,6	18	731,5	730,4	1,1
20,5	755,8	81,7	733,7	18	731,6	731,2	0,4

Tabelle 74 (Fortsetzung).

T.	B.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck.
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
20	756,0	79,8	733,9	18	731,8	731,4	0,4
15,5	749,2	114,3	737,9	15	736,1	725,3	10,8
15,5	750,5	112,5	737,9	15	736,1	726,6	9,5
16	751,8	110,7	738,0	15	736,2	727,8	8,4
16	753,0	107,6	738,0	15	736,2	729,0	7,2
16,5	754,0	105,2	738,0	15	736,2	729,9	6,3
16,5	755,0	103,0	738,0	15	736,2	728,9	5,3
17	755,9	99,8	738,0	16	736,1	731,7	4,4
17	757,7	92,0	737,8	16	735,9	733,5	2,4
17,5	758,0	90,2	737,8	16	735,9	733,8	2,1
18	758,9	85,1	737,7	16	735,8	734,6	1,2
18	759,2	80,6	737,6	16	735,7	734,9	0,8

Die in den beiden vorstehenden Tabellen mitgeteilten Werte stellen wir in der folgenden Tabelle 75 noch einmal geordnet zusammen. Aus diesen Beobachtungen wurde die Kurve auf Tafel A konstruirt.

Tabelle 75.
Normal-Heptylsäure.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0,4	79,8	1,8	91,0	4,3	99,0	8,2	110,0
0,4	81,7	2,0	89,4	4,4	99,8	8,4	110,7
0,8	80,6	2,1	90,2	4,7	101,9	8,9	111,0
1,1	85,6	2,1	92,0	5,3	103,0	9,5	112,5
1,2	85,1	2,4	92,0	5,5	104,3	10,0	112,6
1,6	87,6	2,5	94,3	5,7	105,4	10,4	113,5
1,6	88,0	2,8	93,8	6,3	105,2	10,8	114,3
1,7	91,0	3,2	96,6	6,8	107,0	10,8	114,5
1,7	91,5	3,3	96,3	7,2	107,6	11,2	114,8

Tabelle 75 (Fortsetzung).

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
12,1	116,3	18,0	122,8	25,6	129,7	40,2	138,8
13,3	118,4	18,5	123,2	25,9	129,7	42,4	139,7
14,3	118,5	18,8	124,2	27,2	130,7	42,7	140,0
14,5	118,6	19,5	124,3	28,3	131,6	44,2	140,6
14,5	119,4	20,0	125,6	29,1	132,1	47,6	142,3
14,9	119,2	20,9	125,6	30,6	132,9	49,1	142,8
15,4	119,9	21,4	127,0	32,0	134,0	50,0	143,6
15,4	120,4	22,2	126,8	33,0	134,5	51,5	144,2
15,8	120,5	23,1	127,8	34,1	135,2	54,1	145,2
16,5	121,3	23,3	127,9	36,7	136,8	55,4	145,8
17,4	122,2	24,2	128,5	38,8	137,9	61,4	147,9
						65,3	149,5

Aus der Kurve wurden die folgenden Werte abgelesen, die wir nach Anbringung der Thermometerkorrektur in den folgenden Tabellen 76 und 77 zusammenstellen.

Tabelle 76.

Dampfspannkraft der Normal-Heptylsäure nach mm. **geordnet.**

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
1	83,3	11	114,8	21	126,1
2	90,6	12	116,2	22	127,0
3	95,3	13	117,5	23	127,8
4	99,1	14	118,7	24	128,6
5	102,3	15	119,8	25	129,3
6	105,1	16	121,0	26	130,1
7	107,4	17	122,1	27	130,8
8	109,5	18	123,1	28	131,5
9	111,4	19	124,1	29	132,2
10	113,2	20	125,1	30	132,9

Tabelle 76 (Fortsetzung).

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
31	133,6	39	138,3	47	142,4
32	134,2	40	138,8	48	142,9
33	134,8	41	139,3	49	143,3
34	135,7	42	139,8	50	143,8
35	136,1	43	140,3	51	144,3
36	136,7	44	140,8	52	144,8
37	137,2	45	141,3	53	145,3
38	137,8	46	141,8	54	145,8

Tabelle 77.
Kochpunkte der Normal-Heptylsäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
80	0,7	97	3,4	114	10,6	131	27,8
81	0,7	98	3,7	115	11,3	132	29,2
82	0,8	99	4,0	116	12,0	133	30,7
83	0,9	100	4,3	117	12,8	134	32,3
84	1,1	101	4,6	118	13,6	135	34,0
85	1,2	102	4,9	119	14,4	136	35,7
86	1,3	103	5,2	120	15,3	137	37,5
87	1,4	104	5,6	121	16,2	138	39,4
88	1,6	105	6,0	122	17,1	139	41,2
89	1,7	106	6,4	123	18,1	140	43,3
90	1,9	107	6,8	124	19,2	141	45,3
91	2,0	108	7,2	125	20,2	142	47,3
92	2,2	109	7,7	126	21,3	143	49,4
93	2,4	110	8,2	127	22,5	144	51,4
94	2,6	111	8,8	128	23,7	145	53,5
95	2,9	112	9,3	129	25,0		
96	3,1	113	9,9	130	26,4		

Kahlbaum und **Schröter.**

Normal-Caprylsäure.

Die Säure wurde aus reiner von C. A. F. Kahlbaum bezogener Normal-Caprylsäure, die zwischen 235,0 und 237,8° C. kochte, herausfraktionirt. Siedepunkt bei 739,2 mm. und 18° C., 236,5° C. nach N. Th. 827, d. h. es wurde Normal-Caprylsäure vom Siedepunkt 237,5° C. angewandt. Der Schmelzpunkt wurde gefunden bei + 15,1° C.

Renesse[1]) fand den Schmelzpunkt bei 16,5° C. Zincke[2]) giebt an, dass die Säure bei 12 °C. erstarrt und zwischen 16°—17° C. wieder schmilzt. Als Siedepunkt bei 761,7 mm. giebt Renesse[1]) 236—237° C. an.

Die Temperaturmessungen wurden mit Th. K. I. bis 150° C. und über 150° C. mit Th. 50 ausgeführt. Auch bei dieser Säure wurden bei Anwendung der Wasserluftpumpe die gleichen Barometer wie bei der Normal-Heptylsäure angewandt, es ist also von Bv. und Bh. 10,0 mm. als unterer Quecksilberstand abzuziehen.

Tabellen 78 und 79 bringen die Originalbeobachtungen.

---

[1]) Renesse, Liebig Annal. Bd. 171, 1874, pag. 380.

[2]) Zincke, Zeitschrift f. Chem. II. Bd. 5, 1869, pag. 56.

Tabelle 78.

Normal-Caprylsäure.

(Wasserluftpumpe.)

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
23	738,7	738,6	130,0	743,0	23	740,2	725,8	14,4
23	738,5	738,4	130,4	743,0	23	740,2	725,6	14,6
22	734,6	734,5	133,1	741,5	22	738,9	721,9	17,0
22	735,7	735,6	132,1	741,8	22	739,2	723,0	16,2
22	736,7	736,6	131,5	742,2	22	739,6	723,9	15,7
23	736,1	736,0	133,5	743,4	23	740,6	723,2	17,4
23	735,0	735,1	134,6	743,3	23	740,5	722,1	18,4
23	734,2	734,3	135,6	743,5	23	740,7	721,3	19,4
23	730,2	730,3	136,6	743,7	23	740,9	720,3	20,6
23	731,6	731,7	138,0	743,6	23	740,8	718,7	22,1
23	730,2	730,3	140,9	745,4	23	742,6	717,3	25,3
22	735,3	735,4	138,5	747,7	22	745,0	722,5	22,5
22	734,2	734,3	139,3	747,5	22	744,8	721,4	23,4
22	723,1	723,0	147,0	746,9	22	744,2	710,4	33,8
23	719,3	719,3	149,5	746,9	23	744,1	706,5	37,6
22	722,9	722,9	147,0	746,7	22	744,0	710,2	33,8
23,5	727,8	728,0	144,3	747,1	23	744,3	714,9	29,4
22	732,0	732,0	141,3	747,3	22	744,6	719,2	25,4
20	732,2	732,2	142,1	748,3	20	745,9	719,7	26,2
20	719,1	719,0	150,2	747,9	20	745,5	706,6	38,9
21	723,6	723,5	147,0	747,3	21	744,8	711,0	33,8
21	722,2	722,2	148,1	747,2	21	744,7	709,6	35,1
21	726,0	725,9	145,6	747,2	21	744,7	713,4	31,3
21	729,4	729,3	143,3	747,2	21	744,7	716,8	27,9
18	715,0	715,0	151,4	745,9	18	743,7	712,8	40,9
19	715,9	715,9	150,4	744,9	19	742,6	703,6	39,0
20	708,0	708,0	154,4	744,7	20	742,3	695,6	46,7
20	709,4	709,2	153,7	744,6	20	742,2	697,0	45,2
20	706,9	706,9	154,9	744,7	20	742,3	694,5	47,8
20	703,9	703,8	156,4	744,8	20	742,4	691,5	50,9
19	701,5	701,5	157,5	745,0	19	742,7	689,2	53,5

Tabelle 78 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
20	701,7	701,6	157,6	745,5	20	743,1	689,3	53,8
21	696,9	696,9	159,6	745,3	21	742,8	684,4	58,4
21	698,8	698,7	158,7	745,1	21	742,6	686,3	56,3
21	684,6	684,5	160,4	745,0	21	742,5	682,1	60,4
22	686,8	686,9	162,7	743,8	22	741,2	674,2	67,0
22	690,1	690,0	161,5	743,8	22	741,2	677,5	63,7
22	684,7	684,7	163,5	743,8	22	741,2	672,1	69,1
23	682,3	682,3	164,2	743,8	22	741,2	669.6	71,6
19	701,1	701,0	155,4	739,7	19	737,4	688,8	48,6
19	706,8	706,8	152,4	739,6	19	737,3	694,5	42,8
19	711,9	711,8	149,6	739,5	19	737,2	699,6	37,6
19	716,5	716,7	146,7	739,4	19	737,1	704,1	33,0

Tabelle 79.

Normal-Caprilsäure.

(Quecksilberluftpumpe.)

T.	Bo.	Bu.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
16,5	742,0	21,7	128,4	732,6	15	730,8	718,2	12,6
16,5	744,0	21,8	125,4	732,5	16	730,6	720,1	10,5
16,5	745,0	21,8	123,8	732,5	16	730,6	721,1	9,5
16,5	746,0	21,8	121,8	732,4	16	730,5	722,1	8,4
18,5	749,4	21,8	108,1	730,7	17	728,7	725,3	3,4
18	750,9	21,8	98,0	730,3	17	728,3	726,8	1,5
18,5	751,0	21,8	96,7	730,2	17	728,2	726,9	1,3
19	750,5	21,8	98,0	729,9	18	727,8	726,3	1,5
19	750,9	21,8	95,5	729,8	18	727,7	726,7	1,0
19	751,5	21,8	89,0	729,7	18	727,6	727,3	0,3
19	751,7	21,8	87,8	729,7	18	727,6	727,5	0,1

Tabelle 79 (Fortsetzung).

T.	Bo.	Bu.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
° C.	mm.	mm.	° C.	mm.	° C	mm.	mm.	mm.
19	746,0	21,9	115,7	729,7	18	727,6	721,7	5,9
19	746,8	21,9	113,8	729,6	18	727,5	722,5	5,0
19	747,4	21,9	111,2	729,5	18	727,4	723,1	4,3
19	748,4	21,9	106,8	729,4	17	727,4	724,1	3,3
18,5	750,9	21,9	90,5	729,3	17	727,3	726,7	0,6
17,5	744,3	21,9	113,5	726,8	16	724,9	720,2	4,7
18	745,0	21,9	111,2	726,7	16	724,8	720,9	3,9
18	746,0	21,9	106,0	726,6	16	724,7	721,9	2,8
18	746,5	21,9	103,0	726,5	16	724,6	722,4	2,2
18	746,9	21,9	101,2	726,4	16	724,5	722,8	1,7
21	747,0	9,4	118,8	744,0	20	741,6	734,9	6,7
21,5	748,5	9,4	115,0	744,0	20	741,6	736,4	5,2
21,5	751,4	9,3	103,4	744,0	20	741,6	739,4	2,2
21,5	752,0	9,2	100,5	744,0	20	741,6	740,1	1,5
22	752,9	9,2	95,6	744,1	21	741,6	740,9	0,7
22	752,4	9,2	99,4	744,3	21	741,8	740,4	1,4
19,5	752,9	9,0	100,8	747,7	20	745,3	741,4	3,9
19,5	754,5	9,0	103,9	747,7	20	745,3	743,0	2,3
21	755,8	9,0	96,5	747,8	20	745,4	744,1	1,3
21,5	755,4	9,0	100,0	747,8	21	745,3	743,6	1,7
22,5	753,2	9,0	110,8	747,8	21	745,3	741,3	4,0
23,5	753,2	9,0	108,4	747,2	22	744,5	741,2	3,3
24	754,9	9,0	101,0	747,2	22	744,5	742,8	1,7
24	755,3	9,0	96,5	747,2	22	744,5	743,2	1,3
24	756,0	9,0	93,0	747,2	22	744,5	743,9	0,6
24	756,4	9,0	90,8	747,3	22	744,6	744,3	0,3
23,5	756,8	9,0	88,7	747,4	22	744,7	744,7	0,0

Die beiden vorstehenden Tabellen 78 und 79 sind in der folgenden Tabelle 80 wiederum vereinigt, und darin die Beobachtungen für die Konstruktion der Kurve auf Tafel A nach der Grösse geordnet.

Tabelle 80.

Normal-Caprylsäure.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0,0	88,7	4,3	111,2	29,4	144,3
0,1	87,8	4,3	112,2	31,3	145,6
0,3	89,0	4,7	113,5	33,0	146,6
0,3	90,8	5,0	113,8	33,8	147,0
0,6	90,5	5,2	115,0	33,8	147,0
0,6	93,0	5,9	115,7	34,2	147,3
0,7	95,6	6,7	118,8	35,1	148,1
1,0	95,5	8,4	121,8	37,6	149,5
1,3	96,5	9,5	123,8	37,6	149,6
1,3	96,5	10,5	125,4	38,9	150,3
1,3	96,7	12,6	128,4	39,0	150,4
1,4	99,4	14,4	130,0	40,9	151,4
1,5	98,0	14,6	130,4	42,8	152,4
1,5	98,0	15,7	131,5	45,2	153,7
1,5	100,5	16,2	132,1	46,7	154,4
1,7	100,0	17,0	133,1	47,8	154,9
1,7	101,0	17,4	133,5	48,6	155,4
1,7	101,2	18,4	134,6	50,9	156,4
2,2	103,0	19,4	135,6	53,5	157,5
2,2	103,4	20,6	136,6	56,3	158,7
2,3	103,9	22,1	138,0	58,4	159,6
3,3	106,8	22,5	138,5	60,4	160,4
3,4	108,1	23,4	139,3	63,7	161,5
3,9	110,8	25,3	140,9	67,0	162,7
3,9	111,2	25,4	141,3	69,1	163,5
4,0	110,8	26,2	142,1	71,6	164,2
		27,9	143,3		

Aus der Tabelle 80 wurde die Kurve auf Tafel A konstruirt und aus dieser nach Einführung der Thermometerkorrektur die in Tabelle 81 und 82 gegebenen Werte abgelesen.

Tabelle 81.

Dampfspannkraft der Normal-Caprylsäure nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0	87,1	13	128,9	31	145,6	49	155,9
0,5	91,7	14	130,1	32	146,3	50	156,4
1	96,6	15	131,3	33	147,0	51	156,9
1,5	99,6	16	132,5	34	147,7	52	157,3
2	102,2	17	133,6	35	148,3	53	157,8
2,5	104,6	18	134,7	36	148,9	54	158,2
3	107,0	19	135,7	37	149,5	55	158,6
3,5	109,0	20	136,6	38	150,1	56	159,5
4	110,8	21	137,6	39	150,7	57	159,9
4,5	112,4	22	138,5	40	151,3	58	160,3
5	114,0	23	139,3	41	151,9	59	160,7
6	116,6	24	140,2	42	152,5	60	161,1
7	119,1	25	141,1	43	153,1	61	161,4
8	121,1	26	141,9	44	153,5	62	161,7
9	122,9	27	142,7	45	154,0	63	162,0
10	124,6	28	143,5	46	154,5	64	162,3
11	126,1	29	144,2	47	154,9	65	162,5
12	127,5	30	144,9	48	155,4	66	162,8

Tabelle 82.

Kochpunkte der Normal-Caprylsäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
87	0,0	93	0,5	99	1,4	105	2,6
88	0,05	94	0,6	100	1,6	106	2,8
89	0,1	95	0,8	101	1,8	107	3,0
90	0,2	96	0,9	102	2,0	108	3,3
91	0,3	97	1,0	103	2,2	109	3,5
92	0,4	98	1,2	104	2,4	110	3,8

Tabelle 82 (Fortsetzung).

Temp.	Druck	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
111	4,1	124	9,8	137	20,9	150	39,0
112	4,4	125	10,5	138	22,0	151	40,8
113	4,8	126	11,1	139	23,1	152	42,7
114	5,1	127	11,8	140	24,3	153	44,6
115	5,4	128	12,6	141	25,6	154	46,8
116	5,8	129	13,4	142	26,8	155	48,9
117	6,2	130	14,2	143	28,1	156	51,1
118	6,6	131	15,0	144	29,6	157	53,5
119	7,1	132	15,9	145	31,0	158	55,9
120	7,6	133	16,8	146	32,5	159	58,3
121	8,1	134	17,8	147	34,0	160	61,0
122	8,6	135	18,8	148	35,7	161	63,6
123	9,2	136	19,8	149	37,3	162	66,0

Kahlbaum und **Schröter.**

Normal-Pelargonsäure.

Pelargonsäure von C. A. F. Kahlbaum wurde fraktionirt und der Siedepunkt der besten Portion mit N. Th. 821 unter 744,1 mm. und 26° C. zu 252° C. gefunden; daraus ergiebt sich, dass Normal-Pelargonsäure vom Siedepunkt 253,4° C. angewandt wurde. Nach den Angaben von Franchimont und Zincke[1]) ist der Siedepunkt 253,6° C. bei 760 mm.

Der Schmelzpunkt wurde gefunden bei 12,6° C. Zincke und Franchimont[1]) und ebenso Krafft[2]) geben denselben zu 12,5° C. an. Die Temperaturmessungen

---

[1]) Zincke und Franchimont, Liebig. Annal. Bd. 164. 1872. pag. 333.

[2]) Krafft, Deutsch. chem. Gesellsch. Ber. Bd. 15. 1882. pag. 1692.

wurden mit den Thermometern Th. 49, Th. 50 und Th. K. II, das letztere bei Anwendung der Quecksilberpumpe, ausgeführt.

Vom Barometer Bh. ist 8,9 mm. abzuziehen, von B. in Tabelle 84 9,0 mm.

Tabelle 83 und 84 bringen die Originalbeobachtungen.

Tabelle 83.

Normal-Pelargonsäure

(Wasserluftpumpe).

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck.
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
11	964,2	238,2	735,0	152,6	748,8	12	747,3	724,6	22,7
11	963,8	238,9	733,9	153,6	748,8	12	747,3	723,5	23,8
11	963,2	239,5	732,9	154,4	748,8	12	747,3	722,4	24,9
11	962,1	240,7	730,7	156,2	748,8	12	747,3	720,2	27,1
9	968,5	233,5	744,0	141,1	748,1	12	746,6	733,9	12,7
10	968,1	234,0	743,1	142,4	748,0	12	746,5	732,8	13,7
10	967,9	234,8	742,2	143,4	747,8	12	746,3	731,9	14,4
14	970,2	232,8	746,5	134,5	746,1	13	744,5	735,7	8,8
15	969,9	233,2	745,7	135,8	745,9	13	744,3	734,8	9,5
15	969,1	234,0	744,0	137,6	745,5	14	743,8	733,2	10,6
15	968,4	235,0	742,5	140,1	745,4	14	743,7	731,6	12,1
15	966,1	237,2	737,8	146,0	745,2	14	743,5	727,0	16,5
14	965,0	238,2	735,8	148,2	745,2	14	743,5	725,0	18,5
12	944,2	258,9	694,5	173,2	743,9	12	742,5	684,0	58,5
13	941,5	261,9	689,0	175,0	743,8	12	742,4	678,3	64,1
14	939,5	264,0	684,9	176,3	743,7	13	742,1	674,0	68,1
15	938,7	265,2	682,8	177,0	743,2	13	741,6	672,0	69,6
21	965,0	239,7	734,4	134,3	733,6	18	731,5	722,8	8,7
16	963,3	240,0	732,3	136,8	733,2	15	731,4	721,3	10,1
18	962,2	242,1	729,3	141,2	732,8	17	730,8	718,0	12,8
21	959,0	245,8	722,2	148,9	731,7	18	729,6	710,6	19,0
21	948,0	256,8	700,0	166,0	731,6	18	729,5	688,5	41,0
21	946,8	258,0	697,6	167,1	731,6	18	729,5	686,1	43,4

Tabelle 83 (Fortsetzung).

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
21	945,6	259,3	695,1	168,2	731,6	18	729,5	683,6	45,9
21	944,5	260,5	693,0	169,1	731,6	18	729,5	681,5	48,0
21	942,9	262,0	689,7	170,4	731,6	18	729,5	678,3	51,2
21	941,4	263,4	686,8	171,5	731,6	18	729,5	675,4	54,1
21	940,0	264,8	684,0	172,6	731,6	18	729,5	672,6	56,9
21	953,8	251,2	711,7	158,1	731,4	18	729,3	700,2	29,1
21	952,2	252,7	708,8	160,3	731,5	18	729,4	697,2	32,2
21	951,0	254,0	706,5	161,8	731,5	18	729,4	694,8	34,6
21	949,9	255,0	704,2	163,3	731,6	18	729,5	692,6	36,9
21	948,8	256,2	701,7	165,1	731,6	18	729,5	690,2	39,3
18	962,4	241,2	730,2	141,7	734,2	17	732,2	719,0	13,2
20	961,3	243,0	727,3	145,6	734,0	17	732,0	715,8	16,2
21	959,8	245,0	724,0	149,2	733,7	17	731,7	712,3	19,4
21	959,3	245,7	722,8	150,2	733,5	17	731,5	711,1	20,4
21	960,7	244,3	725,5	147,2	733,5	17	731,5	713,9	17,6
21	958,8	246,2	721,6	151,4	733,5	17	731,5	710,0	21,5
21	956,5	248,4	717,1	155,4	733,5	17	731,5	705,5	26,0
21	955,5	249,4	715,1	157,1	733,5	17	731,5	703,5	28,0
21	954,2	250,7	712,5	159,2	733,5	17	731,5	700,9	30,6

Tabelle 84.

Normal-Pelargonsäure.

(Quecksilberluftpumpe.)

T.	B.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
24	751,8	113,5	744,3	23	741,5	739,7	1,8
24	752,0	113,2	744,3	23	741,5	739,9	1,6
24,5	751,0	113,3	744,3	23	741,5	739,8	1,7
24,5	752,7	107,3	744,2	23	741,4	740,6	0,8
24	753,0	102,5	744,2	23	741,4	740,9	0,5

Tabelle 84 (Fortsetzung.)

T.	B.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
24	753,2	99,2	744,1	23	741,3	741,1	0,2
24	753,3	95,5	744,1	23	741,3	741,2	0,1
25,5	745,9	133,4	744,3	24	741,4	733,8	7,6
25,5	746,9	131,2	744,3	24	741,4	734,8	6,6
25,5	748,1	127,8	744,3	24	741,4	736,0	5,4
25,5	749,1	125,0	744,3	24	741,4	737,0	4,4
25,5	750,0	121,8	744,2	24	741,3	737,9	3,4
25,5	751,1	117,4	744,3	25	741,3	738,8	2,5
26	752,0	111,4	744,3	25	741,3	739,7	1,6
26	752,7	108,5	744,3	25	741,3	740,4	0,9
26	753,0	104,0	744,4	25	741,4	740,7	0,7
26	753,5	98,4	744,4	25	741,4	741,2	0,2
26	753,8	94,5	744,4	25	741,4	741,4	0,0
26	746,0	133,9	744,4	25	741,4	733,7	7,7
26,5	747,1	131,2	744,5	25	741,5	734,7	6,8
26,5	748,5	128,2	744,5	25	741,5	736,1	5,4
26,5	749,8	123,4	744,5	25	741,5	737,4	4,1
26,5	751,0	120,4	744,5	25	741,5	738,4	3,1
26,5	752,0	116,0	744,8	25	741,8	739,4	2,4
26,5	752,5	113,6	745,0	25	742,0	739,9	2,1
26,5	753,6	107,2	745,0	25	742,0	741,0	1,0
26,5	754,0	104,0	745,1	25	742,1	741,4	0,7

Die in beiden Tabellen 83 und 84 mitgeteilten Zahlen haben wir in der folgenden Tabelle 85 vereinigt, nach der Grösse des Druckes geordnet und aus denselben die Kurve auf Tafel A konstruirt.

Tabelle 85.

Normal-Pelargonsäure.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C	mm.	°C.	mm.	°C.
0,0	94,5	3,4	121,8	13,2	141,7	29,1	158,1
0,1	95,5	4,1	123,4	13,7	142,4	30,6	159,2
0,2	98,4	4,4	125,0	14,4	143,4	32,2	160,3
0,2	99,2	5,4	127,8	16,2	145,6	34,6	161,8
0,5	102,5	5,4	128,2	16,5	146,0	35,7	162,8
0,7	104,0	6,6	131,2	17,6	147,2	36,9	163,8
0,7	104,2	6,8	131,2	18,5	148,2	39,3	165,1
0,8	107,3	7,6	133,4	19,0	148,9	41,0	166,0
0,9	108,5	7,7	133,9	19,4	149,2	43,4	167,1
1,0	107,2	8,7	134,3	20,4	150,2	45,9	168,2
1,6	111,4	8,8	134,5	21,5	151,4	48,0	169,1
1,6	113,2	9,5	135,8	22,7	152,6	51,2	170,4
1,7	113,3	10,1	136,8	23,8	153,6	54,1	171,5
1,8	113,5	10,6	137,6	24,9	154,4	56,9	172,6
2,1	113,6	12,1	140,1	26,9	155,4	58,5	173,2
2,4	116,0	12,7	141,1	27,1	156,2	64,1	175,0
2,5	117,4	12,8	141,2	28,0	157,1	68,1	176,3
3,1	120,4					69,6	177,0

Aus den oben mitgeteilten Zahlen wurde die in Tafel A gegebene Kurve konstruirt und aus derselben die weiter unten zusammengestellten Werte abgelesen.

Tabelle 86.

Dampfspannkraft der Normal-Pelargonsäure nach mm. geordnet.

Druck.	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0	92,1	2	114,5	4	123,6	7	131,5
0,5	102,2	2,5	117,4	4,5	125,3	8	133,5
1	107,8	3	119,6	5	126,8	9	135,3
1,5	111,1	3,5	121,9	6	129,3	10	136,9

Tabelle 86 (Fortsetzung).

Druck.	Temp.	Druck	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
11	138,6	24	154,0	36	163,2	48	169,5
12	140,1	25	154,9	37	163,8	49	169,9
13	141,5	26	155,8	38	164,4	50	170,3
14	143,0	27	156,6	39	165,0	51	170,7
15	144,2	28	157,4	40	165,5	52	171,1
16	145,5	29	158,2	41	166,0	53	171,5
17	146,7	30	159,0	42	166,5	54	171,9
18	147,9	31	159,8	43	167,1	55	172,3
19	149,0	32	160,5	44	167,6	56	172,7
20	150,0	33	161,3	45	168,1	57	173,1
21	151,1	34	162,0	46	168,6	58	173,4
22	152,1	35	162,6	47	169,1	59	173,8
23	153,1					60	174,1

Tabelle 87.

Kochpunkte der Normal-Pelargonsäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
95	0,1	136	9,6	148	18,6	160	32,5
100	0,3	137	10,2	149	19,6	161	34,0
105	0,7	138	10,9	150	20,5	162	35,5
110	1,2	139	11,6	151	21,5	163	37,1
115	2,0	140	12,2	152	22,6	164	38,8
120	3,0	141	13,0	153	23,7	165	40,6
125	4,4	142	13,7	154	24,8	166	42,5
130	6,3	143	14,5	155	26,0	167	44,5
131	6,8	144	15,2	156	27,2	168	46,7
132	7,3	145	16,1	157	28,4	169	49,1
133	7,8	146	16,9	158	29,7	170	51,5
134	8,4	147	17,8	159	31,0	171	54,6
135	9,0					172	56,9

Kahlbaum und Schröter.

Caprinsäure.

Nach Angaben von Guthzeit[1]) wurde die angewandte Säure aus normalem Oktylalkohol durch Acetessigestersynthese gewonnen. Die nachstehenden Gleichungen veranschaulichen die Reaktionsfolge.

$C_8H_{17}OH + JH = C_8H_{17}J + H_2O$

Oktylalkohol + Jodwasserstoff = Oktyljodid + Wasser

$C_8H_{17}J + CH_3COCH\,COOC_2H_5 = CH_3COCH(C_8H_{17})COOC_2H_5 + NaJ$ (Na am CH des Natracetessigesters)

Oktyljodid + Natracetessigester = Oktylacetessigester + Natriumjodid

$CH_3CO\,CH(C_8H_{17})COOC_2H_5 + 2KOH = C_9H_{19}COOK + CH_3COOK + C_2H_5OH$

Oktylacetessigester + Kaliumhydroxid = Kaliumcaprinat + Kaliumacetat + Alkohol

$C_9H_{19}COOK + HCl = C_9H_{19}COOH + KCl$

Kaliumcaprinat + Chlorwasserstoff = Caprinsäure + Kaliumchlorid

Die so dargestellte Säure zeigte den korr. Siedepunkt 268,4° C. und schmolz bei 31,3° C. Nach Angaben von Grimm[2]) kocht die Säure unter teilweiser Zusetzung bei 268—270° C. und hat ihren Schmelzpunkt bei 30° C. Krafft[3]) fand denselben übereinstimmend mit unseren Beobachtungen bei 31,3°—31,4° C., den Siedepunkt giebt er zu 268—269° C. an. Die Temperaturmessungen wurden mit Th. K. II. und N. Th. 1396 ausgeführt.

Von Barometer Bv. ist 15,1, von Bh. 18,8 zu subtrahiren.

Die Tabellen 88 und 89 bringen die Originalbeobachtungen.

---

[1]) Guthzeit, Liebig Annal. Bd. 204, 1880, pag. 1.

[2]) Grimm, Liebig Annal. Bd. 157, 1871, pag. 264.

[3]) Krafft, Deutsch. chem. Gesellsch. Ber. 15, 1882, pag. 1696.

Tabelle 88.

Caprinsäure.

(Wasserluftpumpe.)

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
11	752,2	756,0	151,0	745,9	9	744,8	735,8	9,0
11	751,2	755,0	152,8	745,9	9	744,8	734,8	10,0
11	750,7	754,4	153,7	745,9	9	744,8	734,2	10,6
12	750,1	753,9	154,6	745,9	9	744,8	733,5	11,3
12	749,6	753,3	155,4	745,9	9	744,8	733,0	11,8
12	749,0	752,8	156,2	745,9	9	744,8	732,4	12,4
12	748,2	752,0	157,2	745,9	9	744,8	731,6	13,2
12	747,5	751,3	158,1	745,9	10	744,7	730,9	13,8
12	746,9	750,6	159,0	745,9	10	744,7	730,3	14,4
12	746,2	750,0	159,9	745,9	10	744,7	729,6	15,1
12	745,7	749,5	160,5	745,8	10	744,6	729,1	15,5
12	744,7	748,5	161,6	745,7	10	744,5	728,1	16,4
12	743,6	747,4	162,7	745,7	10	744,5	727,0	17,5
13	742,5	746,1	164,0	745,6	10	744,4	725,8	18,6
13	741,3	745,0	165,2	745,6	10	744,4	724,6	19,8
13	740,0	743,9	166,3	745,6	10	744,4	723,4	21,0
13	739,1	743,0	167,2	745,5	10	744,3	722,5	21,8
13	738,1	742,0	168,2	745,5	11	744,2	721,5	22,7
14	737,0	740,8	169,3	745,4	11	744,1	720,2	23,9
14	735,7	739,3	170,3	745,3	11	744,0	718,9	25,1
15	734,3	738,0	171,2	744,9	11	743,6	717,3	26,3
15	733,0	736,9	172,0	744,9	11	743,6	716,1	27,5
15	731,7	735,5	173,0	744,9	11	743,6	714,8	28,8
15	730,3	734,0	173,9	744,9	12	743,5	713,3	30,2
15	728,7	732,5	174,9	744,8	12	743,4	711,8	31,6
15	727,0	730,8	176,1	744,8	12	743,4	710,1	33,3
15	725,5	729,1	177,1	744,8	12	743,4	708,6	34,8
15	723,5	727,0	178,3	744,8	12	743,4	706,5	36,9
15	721,5	725,1	179,3	744,8	12	743,4	704,6	38,8
15	719,3	723,1	180,6	744,8	12	743,4	702,4	41,0
15	716,1	720,0	182,2	744,8	12	743,4	699,3	44,1

Tabelle 88 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
15	714,2	718,0	183,1	744,8	12	743,4	697,3	46,1
16	712,0	715,9	184,0	744,8	12	743,4	695,1	48,3
16	710,0	713,7	185,0	744,8	12	743,4	693,0	50,4
16	708,0	711,7	185,9	744,8	12	743,4	691,0	52,4
16	705,0	709,0	187,2	744,9	12	743,5	690,1	55,3

Tabelle 89.

Caprinsäure.

(Quecksilberluftpumpe).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C	mm.	mm.	°C.	mm.	°C	mm.	mm.	mm.
15	753,0	11,5	121,0	741,7	13	740,1	739,7	0,4
16	753,3	11,5	118,4	741,6	14	739,9	739,7	0,2
16	753,4	11,6	116,5	741,5	14	739,8	739,7	0,1
16	753,0	11,7	121,0	741,5	14	739,8	739,3	0,5
17	752,3	11,8	125,2	741,5	15	739,7	738,3	1,4
17	751,4	11,8	126,6	740,8	15	739,0	737,4	1,6
17	751,0	11,8	130,0	740,8	15	739,0	737,0	2,0
17	750,1	11,8	133,2	740,7	15	738,9	736,1	2,8
17	749,5	11,9	135,8	740,7	15	738,9	735,4	3,5
17	748,9	11,9	138,4	740,7	16	738,8	734,8	4,0
17	747,9	11,9	141,2	740,6	16	738,7	733,8	4,9
18	747,0	11,9	143,0	740,5	16	738,6	732,8	5,8
18	746,1	11,9	144,9	740,5	16	738,6	731,9	6,7
18	745,2	11,9	146,6	740,5	16	738,6	731,0	7,6
18	744,8	11,9	148,2	740,4	16	738,5	730,6	7,9
18	744,0	11,9	149,6	740,4	17	738,4	729,8	8,6
18	743,1	12,0	151,8	740,4	17	738,4	728,8	9,6
18	742,4	12,0	152,8	740,3	17	738,3	728,1	10,2
18	741,8	12,0	154,0	740,3	17	738,3	727,5	10,8
18	741,0	12,0	155,0	740,3	17	738,3	726,7	11,6

Tabelle 89 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
19	739,8	12,0	157,0	740,2	17	738,2	725,5	12,8
19	738,3	12,0	158,8	740,2	17	738,2	724,0	14,2
19	736,5	12,0	161,1	740,2	17	738,2	722,2	16,0
19	738,9	12,0	158,2	740,2	17	738,2	724,6	13,6
19	741,5	12,0	154,2	740,2	17	738,2	727,2	11,0
19	743,4	11,9	150,8	740,2	17	738,2	729,2	9,0
19	745,0	11,9	147,0	740,3	17	738,3	730,8	7,5
19	746,8	11,9	143,5	740,3	17	738,3	732,6	5,7
19	748,6	11,9	138,2	740,3	17	738,3	734,4	3,9
19	749,9	11,9	134,2	740,4	17	738,4	735,7	2,6
19	751,3	11,9	126,8	740,4	17	738,4	737,1	1,2
19	752,2	11,9	122,7	740,6	17	738,6	738,0	0,6
15	750,8	11,4	135,2	742,2	14	740,5	737,5	3,0
16	751,3	11,4	132,2	742,2	14	740,5	737,9	2,6
16	751,8	11,4	130,7	742,2	14	740,5	738,4	2,1
17	753,0	11,6	124,8	742,2	15	740,4	739,2	1,2
17	753,6	11,6	122,2	742,2	15	740,4	739,8	0,6
17	754,0	11,6	121,0	742,2	15	740,4	740,2	0,2

Die nachfolgende Tabelle 90 bringt die sämmtlichen Beobachtungen noch einmal nach den Drucken geordnet, wie dieselben zur Konstruktion der Kurve auf Tafel A Verwendung fanden; doch ist in diesem Falle bereits der Temperaturkorrektion mit Rücksicht auf die zwei verschiedenen Thermometer, die gebraucht wurden, Rechnung getragen worden.

Tabelle 90.

Caprinsäure.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0,1	116,3	4,0	138,3	11,6	155,0	22,7	168,2
0,2	118,2	4,9	141,1	11,8	155,4	23,9	169,3
0,2	120,8	5,7	143,5	12,4	156,2	25,1	170,3
0,4	120,8	5,8	143,0	12,8	157,0	26,3	171,2
0,5	120,8	6,7	144,9	13,2	157,2	27,5	171,7
0,6	122,0	7,5	147,0	13,6	158,2	28,8	172,7
0,6	122,5	7,6	146,6	13,8	158,1	30,2	173,6
1,2	124,6	7,9	148,2	14,2	158,4	31,6	174,6
1,2	126,7	8,6	149,6	14,4	158,6	33,3	175,9
1,4	125,1	9,0	150,8	15,1	159,5	34,8	176,9
1,6	126,5	9,0	151,0	15,5	160,1	36,9	178,1
2,0	129,9	9,6	151,8	16,0	160,7	38,8	179,1
2,1	130,6	10,0	152,8	16,4	161,2	41,0	180,5
2,6	132,1	10,2	152,8	17,5	162,7	44,1	182,1
2,6	134,1	10,6	153,7	18,6	164,0	46,1	183,0
2,8	133,1	10,8	154,0	19,8	165,2	48,3	183,9
3,0	135,1	11,0	154,2	21,0	166,3	50,4	184,9
3,5	135,7	11,3	154,6	21,8	167,2	52,4	185,8
3,9	138,1					55,3	187,1

Aus der nach den obenstehenden Werten konstruirten Kurve wurden die Dampfspannkraft und die Siedetemperatur der Caprinsäure, wie sie die folgenden beiden Tabellen bringen, abgelesen.

Tabelle 91.

Dampfspannkraft der Caprinsäure nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0,5	120,3	13	156,8	29	172,8	45	182,4
1	124,5	14	158,2	30	173,5	46	182,9
1,5	127,8	15	159,5	31	174,2	47	183,4
2	130,5	16	160,7	32	174,9	48	183,9
2,5	132,9	17	161,8	33	175,6	49	184,3
3	134,9	18	163,0	34	176,3	50	184,8
3,5	136,8	19	164,0	35	176,9	51	185,2
4	138,5	20	165,0	36	177,5	52	185,6
4,5	140,0	21	166,0	37	178,2	53	186,1
5	141,4	22	167,0	38	178,7	54	186,5
6	144,0	23	167,9	39	179,3	55	186,9
7	146,3	24	168,8	40	179,8	56	187,3
8	148,4	25	169,9	41	180,4	57	187,7
9	150,3	26	170,5	42	180,9	58	188,1
10	152,0	27	171,3	43	181,4	59	188,5
11	153,7	28	172,1	44	181,9	60	188,9
12	155,3					61	189,3

Tabelle 92.

Kochpunkte der Caprinsäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
116	0,1	124	0,9	132	2,3	140	4,5
117	0,2	125	1,1	133	2,5	141	4,8
118	0,3	126	1,2	134	2,8	142	5,2
119	0,4	127	1,4	135	3,0	143	5,6
120	0,5	128	1,5	136	3,3	144	6,0
121	0,6	129	1,7	137	3,6	145	6,4
122	0,7	130	1,9	138	3,9	146	6,9
123	0,8	131	2,1	139	4,2	147	7,3

Tabelle 92 (Fortsetzung).

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
148	7,8	159	14,6	170	25,4	181	42,2
149	8,3	160	15,4	171	26,6	182	44,2
150	8,8	161	16,3	172	27,9	183	46,2
151	9,4	162	17,1	173	29,3	184	48,3
152	10,0	163	18,0	174	30,7	185	50,5
153	10,6	164	19,0	175	32,1	186	52,8
154	11,2	165	20,0	176	33,6	187	55,2
155	11,8	166	21,0	177	35,1	188	57,7
156	12,5	167	22,0	178	36,8	189	60,2
157	13,2	168	23,1	179	38,5	190	62,9
158	13,9	169	24,2	180	40,2		

Kahlbaum und **Schröter.**

2. Isosäuren. $C_n H_{2n} O_2$.

Für den Vergleich der Resultate schien es von Interesse, auch einige Isosäuren mit in Betracht ziehen zu können, wir haben deshalb ausser der schon untersuchten Isovaleriansäure, die noch einmal geprüft wurde, die nächst niedere, die Isobuttersäure, und die nächst höhere, die Isocapronsäure, gleichfalls untersucht.

Isobuttersäure.

Die Isobuttersäure, von C. A. F. Kahlbaum bezogen, siedete ganz konstant zwischen 153,4 und 153,5° C. unter dem Druck 735 mm. und 12° C. nach N. Th. 1396, demnach wurde eine Isobuttersäure vom Siedepunkt 154,1° C. angewandt. Nach den Angaben von Pierre und Puchot[1]) soll die Säure ihren Siedepunkt bei 155,5° C. haben, Linnemann & Zotta[2]) dagegen geben übereinstimmend mit uns als Kochpunkt 154,1° C. an. Der Schmelzpunkt wurde gefunden zu —47° C. Sonstige Angaben von Belang über die Schmelzpunkte der drei ersten Isosäuren liegen unseres Wissens nicht vor.

Die Temperaturmessungen wurden mit N. Th. 817 vorgenommen.

Beide Barometer tauchten in weite Gefässe, und ist von Bv. 12,5 mm., von Bh. 8,0 mm. abzuziehen. Es wurde zunächst nur mit der Wasserluftpumpe beobachtet.

Tabelle 93 bringt die Originalbeobachtungen.

---

[1]) Pierre & Puchot. Comptes rendus. Bd. 75. 1872. pag. 1006.

[2]) Linnemann & Zotta, Liebig. Annal. Bd. 162. 1872. pag. 9.

Tabelle 93.

Isobuttersäure

(Wasserluftpumpe.)

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B. \frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
13	739,4	735,1	59,0	739,5	11	738,2	725,4	12,8
13	734,1	729,9	64,8	739,3	11	738,0	720,2	17,8
13	732,7	728,2	66,1	739,1	11	737,8	718,6	19,2
13	731,0	726,6	67,5	739,1	11	737,8	716,9	20,9
13	729,3	725,0	68,6	738,7	11	737,4	715,3	22,1
13	727,9	723,3	69,8	738,6	11	737,3	713,7	23,6
14	712,1	708,0	79,0	737,5	12	736,1	698,1	38,0
14	711,1	706,9	79,6	737,5	12	736,1	697,1	39,0
14	709,8	705,5	80,3	737,4	12	736,0	695,7	40,3
14	704,5	700,1	82,5	736,9	12	735,5	690,4	45,1
14	699,6	695,1	84,4	736,8	12	735,4	685,4	50,0
14	696,9	692,3	85,6	736,8	12	735,4	682,7	52,7
11	736,0	731,6	59,0	736,3	13	734,8	722,2	12,6
11	735,4	731,0	59,6	736,3	13	734,8	721,6	13,2
11	734,0	729,7	61,2	736,3	13	734,8	720,2	14,6
12	733,0	728,7	62,7	736,4	13	734,9	719,1	15,8
12	731,6	727,3	64,1	736,4	13	734,9	717,7	17,2
13	717,9	713,7	72,8	732,6	10	731,4	704,0	27,4
13	714,1	710,0	75,0	732,3	10	731,1	700,2	30,9
12	729,2	724,9	62,9	732,5	10	731,3	715,3	16,0
13	719,2	714,9	71,0	731,7	11	730,4	705,2	25,2
15	695,9	691,5	83,2	730,2	13	728,7	681,7	47,0
15	688,1	683,8	86,3	730,5	13	729,0	674,0	55,0
15	685,3	681,0	87,4	731,0	13	729,5	671,2	58,3
13	732,0	727,5	58,4	731,4	11	730,1	717,9	12,2
14	721,0	716,5	71,8	734,4	12	733,0	706,8	26,2
15	713,8	709,2	76,5	734,3	12	732,9	699,5	33,4
15	705,0	700,7	80,8	734,0	13	732,5	690,8	41,7
15	687,4	682,9	87,9	733,8	13	732,3	673,1	59,2
15	710,2	705,6	77,9	733,3	12	731,9	695,9	36,0

Für die Konstruktion der Kurve auf Tafel B wurden die Beobachtungen nach der Grösse der Dampfdrucke geordnet und in der folgenden Tabelle 94 zusammengestellt.

Tabelle 94.

Isobuttersäure.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
12,2	58,4	17,8	64,8	27,4	72,8	41,7	80,8
12,6	59,0	19,2	66,1	30,9	75,0	45,1	82,5
12,8	59,0	20,9	67,5	33,4	76,5	47,0	83,2
13,2	59,6	22,1	68,6	36,0	77,9	50,0	84,4
14,6	61,2	23,6	69,8	38,0	79,0	52,7	85,6
15,8	62,7	25,2	71,0	39,0	79,6	55,0	86,3
16,0	62,9	26,2	71,8	40,3	80,3	58,3	87,4
17,2	64,1					59,2	87,9

Aus der Kurve wurden die Werte abgelesen, wie sie nach Einführung der Thermometerkorrektion die Tabellen 95 und 96 zeigen.

Tabelle 95.

Dampfspannkraft der Isobuttersäure nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
12	58,1	23	69,2	34	76,7	45	82,3
13	59,4	24	70,0	35	77,3	46	82,7
14	60,6	25	70,7	36	77,9	47	83,1
15	61,8	26	71,5	37	78,5	48	83,5
16	62,8	27	72,3	38	79,0	49	83,9
17	63,8	28	73,0	39	79,5	50	84,4
18	64,8	29	73,6	40	80,0	51	84,7
19	65,7	30	74,3	41	80,5	52	85,1
20	66,8	31	74,9	42	81,0	53	85,5
21	67,5	32	75,5	43	81,4	54	85,9
22	68,3	33	76,1	44	81,8	55	86,3

Tabelle 96.

Kochpunkte der Isobuttersäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
60	13,4	69	22,6	78	36,1
61	14,3	70	23,9	79	38,0
62	15,2	71	25,2	80	40,0
63	16,1	72	26,5	81	42,0
64	17,1	73	27,9	82	44,3
65	18,1	74	29,4	83	46,8
66	19,2	75	31,0	84	49,2
67	20,3	76	32,6	85	51,6
68	21,4	77	34,3	86	54,0

Etwa anderthalb Jahr nachdem die vorstehenden Versuche angestellt worden waren, wurden im September 1892 mit der gleichen Isobuttersäure die Versuche unter Anwendung der Quecksilberluftpumpe auch noch auf tiefere Drucke ausgedehnt. Das sehr gute Übergehen der beiden Kurven ineinander liefert einen neuen und erfreulichen Beweis für die berechtigte Anwendung beider Methoden, wie auch für den Grad der Genauigkeit der Beobachtungen überhaupt. In der folgenden Tabelle 97 teilen wir die Originalbeobachtungen mit. In derselben ist von B. 10,5 mm. abzuziehen. Die Temperaturmessungen wurden mit Th. 2076 ausgeführt. Es ist demnach laut Tabelle 22 eine Temperaturkorrektion nicht anzubringen.

Tabelle 97.

Isobuttersäure

(Quecksilberluftpumpe).

T.	B.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
22,5	747,3	47,0	742,5	21	739,9	733,9	6,0
22,5	748,1	45,0	742,5	22	739,9	734,7	5,2
22,5	749,0	43,4	742,5	22	739,9	735,6	4,3
22,5	749,9	40,8	742,6	22	740,0	736,5	3,5
22,5	750,2	39,4	742,7	22	740,1	736,8	3,3
22,5	750,6	37,5	742,7	22	740,1	737,2	2,9
23	750,9	36,8	742,7	22	740,1	737,4	2,7
23	749,2	42,8	742,7	22	740,1	735,7	4,4
23	749,5	42,6	742,7	22	740,1	736,0	4,1
23	750,1	39,4	742,7	22	740,1	736,6	3,5
23	751,0	37,0	742,7	22	740,1	737,5	2,6
23	751,4	34,0	742,7	22	740,1	737,9	2,2
23	752,0	29,5	742,6	21	740,1	738,5	1,6
23	752,2	28,0	742,6	21	740,1	738,7	1,4
23	739,6	60,4	742,8	21	740,3	726,2	14,1
23	740,9	58,8	742,8	21	740,3	727,5	12,8
23	741,9	57,4	742,8	21	740,3	728,5	11,8
23	742,8	56,4	742,8	21	740,3	729,4	10,9
23,5	743,9	55,0	742,8	21	740,3	730,4	9,9
23,5	744,6	53,6	742,8	21	740,3	731,1	9,2
24	745,6	51,8	742,8	21	740,3	732,1	8,2
24	746,0	50,0	742,5	21	740,0	732,5	7,5
24	746,8	49,0	742,5	21	740,0	733,3	6,7
24	747,5	47,2	742,5	21	740,0	734,0	6,0
24	748,0	46,6	742,5	22	739,9	734,4	5,5
24	748,1	45,8	742,5	22	739,9	734,5	5,4
24	748,7	44,8	742,5	22	739,9	735,1	4,8
24	749,5	42,0	742,5	22	739,9	735,9	4,0
21	739,0	59,3	741,5	20	739,1	725,8	13,3
21	741,5	56,0	741,5	20	739,1	728,3	10,8
21,5	742,8	54,4	741,5	20	739,1	729,6	9,5

Tabelle 97 (Fortsetzung).

T.	B.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
21,5	743,8	52,6	741,5	20	739,1	730,6	8,5
22	745,0	50,4	741,5	20	739,1	731,7	7,4
22	746,0	48,2	741,4	21	738,9	732,7	6,2
22	748,0	43,0	741,4	21	738,9	734,7	4,2
22	749,0	39,0	741,4	21	738,9	735,7	3,2
22	750,0	35,0	741,4	21	738,9	736,7	2,2
22	751,0	27,0	741,4	21	738,9	737,7	1,2

Die in der vorstehenden Tabelle mitgeteilten Beobachtungen geben wir nachfolgend noch einmal nach mm. geordnet wieder.

Tabelle 98.

Isobuttersäure.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
1,2	27,0	3,5	39,4	5,4	45,8	8,5	52,6
1,4	28,0	3,5	40,8	5,5	46,6	9,2	53,6
1,6	29,5	4,0	42,0	6,0	47,0	9,5	54,4
2,2	34,0	4,1	42,6	6,0	47,2	9,9	55,0
2,2	35,0	4,2	43,0	6,2	48,2	10,8	56,0
2,6	37,0	4,3	42,8	6,7	49,0	10,9	56,4
2,7	36,8	4,4	43,4	7,4	50,4	11,8	57,4
2,9	37,5	4,8	44,8	7,5	50,0	12,8	58,8
3,2	39,0	5,2	45,0	8,2	51,8	13,3	59,3
3,3	39,4					14,1	60,4

Aus den vorstehend mitgeteilten Zahlen wurde die Kurve in Tafel B konstruirt und aus dieser die in den folgenden zwei Tabellen mitgeteilten Werte abgelesen.

Tabelle 99.

Dampfspannkraft der Isobuttersäure nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.
1	24,0	7	49,8
1,5	30,0	8	51,7
2	33,6	9	53,4
2,5	36,3	10	55,0
3	38,5	11	56,5
3,5	40,5	12	57,9
4	42,2	13	59,2
4,5	43,7	14	60,5
5	45,0	15	61,8
6	47,5	16	62,9

Tabelle 100.

Kochpunkte der Isobuttersäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
27	1,2	39	3,1	51	7,6
28	1,3	40	3,4	52	8,2
29	1,4	41	3,6	53	8,8
30	1,5	42	3,9	54	9,4
31	1,6	43	4,3	55	10,0
32	1,75	44	4,6	56	10,7
33	1,9	45	5,0	57	11,4
34	2,1	46	5,4	58	12,1
35	2,3	47	5,8	59	12,6
36	2,5	48	6,2	60	13,4
37	2,7	49	6,7	61	14,4
38	2,9	50	7,1	62	15,2

Kahlbaum und Schröter.

Isovaleriansäure.

Die von uns angewandte Isovaleriansäure war aus Amylalkohol dargestellt, für solche Säure haben Conrad und Bischoff[1]) die von Erlenmeyer[2]) vermutete, zusammengesetzte Natur bestätigt.

Durch fraktionirte Krystallisation des Silbersalzes der Säure erkannten sie dieselbe zunächst als ein Gemisch zweier Säuren überhaupt und wiesen aus dem Vergleich der Löslichkeit der unterschiedenen Fraktionen mit der Löslichkeit der von ihnen aus Malonsäureester dargestellten isopropylessigsauren- und methyläthylessigsauren Silbersalze nach, dass die gewöhnliche Isovaleriansäure ein Gemenge eben dieser beiden Säuren ist.

Während die Siedetemperatur der synthetischen Isopropylessigsäure bei 174° C. und die der Methyläthylessigsäure bei 175° C. gefunden wurde, kochte das aus Amylalkohol dargestellte Gemisch beider Säuren, die gewöhnliche Isovaleriansäure, bei 174—175° C.

Da Herr Landolt ebenso wie die späteren Beobachter das Säuregemisch untersucht hatte, so waren wir gezwungen, wie für die statische, so auch für die dynamische Methode die gleiche Säure zu wählen; ja, der uns bekannte zusammengesetzte Charakter derselben schien uns besonders geeignet, die Zuverlässigkeit sowohl unserer dynamischen Methode, als auch der graphischen Bearbeitung der gewonnenen Werte noch einmal zu prüfen.

Wir haben deshalb die Säure einer dreimaligen Untersuchung unterzogen, und zwar in der Weise, dass

---

[1]) Conrad und Bischoff, Liebig. Annal. Bd. 204. 1880. pag. 157.

[2]) Erlenmeyer, Liebig. Annal. Bd. 160. 1871. pag. 299.

wir zunächst eine Bestimmungsreihe mit der Quecksilberluftpumpe bei niedern Drucken ausführten, alsdann bei geringstem Druck die gesammte Säure überdestillirten und mit dem Destillat eine zweite Bestimmungsreihe vornahmen. Wiederum wurde die ganze Masse destillirt und mit diesem zweiten Destillat eine dritte Bestimmungsreihe sowohl mit der Quecksilber- als auch mit der Wasserluftpumpe ausgeführt. Aus den bei den ersten beiden Bestimmungsreihen erhaltenen Werten wurden je für sich die in den Tabellen 101 und 102 mitgeteilten Zahlen durch graphische Interpolation erhalten. In den Tabellen 103 bis 105 sind die in den verschiedenen Bestimmungsreihen gemachten Originalbeobachtungen gesammelt und ist dann aus diesen die Tabelle 106 zusammengestellt, die zur Konstruktion der Hauptkurve benützt wurde. Ein Vergleich der verschiedenen Werte giebt den gewünschten Aufschluss über die erreichte Genauigkeit, die um so wirkungsvoller ausfällt, wenn wir betonen, dass die Bestimmungen von zum Teil noch ganz ungeübten Beobachtern ausgeführt wurden.

Die von C. A. F. Kahlbaum bezogene aus dem Äther hergestellte Säure siedete unter 740 mm. und 16°C. nach N. Th. 1396 bei 174,6°C. Nach Anbringen aller Korrekturen wurde somit eine Säure vom Kochpunkt 175,1°C. angewendet. Der Erstarrungspunkt wurde wie früher um —36°C. gefunden. Die zweite nach Beendigung aller Versuche ausgeführte Kochpunktsbestimmung ergab korr. 175,0°C.

Die Temperaturmessungen wurden sämmtlich mit N. Th. 817 vorgenommen und ist der Thermometerkorrektur direkt Rechnung getragen.

Tabelle 101.

Dampfspannkraft der Isovaleriansäure nach mm. **geordnet.**

I. Bestimmungsreihe (Quecksilberluftpumpe).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
1,5	52,4	4,5	63,2	7,5	70,4
2	54,7	5	64,6	8	71,4
2,5	56,7	5,5	65,9	8,5	72,4
3	58,6	6	67,1	9	73,3
3,5	60,3	6,5	68,3	9,5	74,2
4	61,8	7	69,3	10	75,1

Tabelle 102.

Dampfspannkraft der Isovaleriansäure nach mm. **geordnet.**

II. Bestimmungsreihe. (Quecksilberluftpumpe.)

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
1,5	52,4	4,5	63,6	7,5	70,5
2	55,0	5	65,0	8	71,4
2,5	57,0	5,5	66,3	8,5	72,2
3	58,9	6	67,4	9	73,0
3,5	60,5	6,5	68,5	9,5	73,8
4	62,1	7	69,5	10	74,6

Die Bedeutung der Kolonnen in den folgenden Tabellen ist die sonst gebrauchte. In Tabelle 105 ist das von Bv. und Bh. Abzuziehende bereits in Rechnung gebracht.

Tabelle 103.

Isovaleriansäure.

I. Bestimmungsreihe.
(Quecksilberluftpumpe).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
20	750,4	13,9	67,3	742,3	18	740,0	733,9	6,1
19	751,9	13,9	63,2	742,3	18	740,0	735,6	4,4
19	752,2	13,9	62,1	742,4	18	740,1	735,9	4,2
19	752,6	14,0	60,8	742,4	18	740,1	736,4	3,7
19	753,3	14,0	59,2	742,4	18	740,1	736,9	3,2
20	753,7	14,0	58,0	742,4	19	740,0	737,1	2,9
20	754,2	14,0	55,2	742,4	19	740,0	737,6	2,4
20	754,9	14,0	53,5	742,4	19	740,0	738,3	1,7
20	755,2	14,0	51,0	742,3	19	739,9	738,6	1,3
20	755,5	14,0	50,0	742,4	19	740,0	738,9	1,1
20	755,8	14,0	49,2	742,4	19	740,0	739,2	0,8
20	754,9	14,0	53,7	742,3	19	739,9	738,3	1,6
20	754,8	14,0	56,6	742,3	19	739,9	737,5	2,4
20	753,2	14,0	59,2	742,2	19	739,8	736,6	3,2
20	752,6	14,0	61,9	742,3	19	739,9	735,9	4,0
20	751,8	14,0	64,6	742,3	19	739,9	735,1	4,8
21	751,4	14,2	65,4	742,4	19	740,0	734,5	5,5
21	750,4	14,0	67,8	742,4	19	740,0	733,7	6,3
21	749,7	14,0	69,6	742,4	19	740,0	733,0	7,0
21	748,9	14,0	71,0	742,4	19	740,0	732,2	7,8
21	748,0	14,0	72,6	742,3	19	739,9	731,3	8,6
21	747,9	14,0	73,0	742,4	19	740,0	731,2	8,8
20	746,9	14,0	74,6	742,4	19	740,0	730,4	9,6
20	745,7	14,0	76,4	742,4	19	740,0	729,2	10,8
20	745,0	14,0	77,6	742,5	19	740,1	728,5	11,6
20	744,0	14,0	78,7	742,6	19	740,2	727,5	12,7

Tabelle 104.

Isovaleriansäure.

II. Bestimmungsreihe.
(Quecksilberluftpumpe.)

T.	Bo.	Bu.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm	mm.	mm.
17	758,8	14,5	57,5	746,7	16	744,6	742,1	2,5
18	760,0	14,5	51,8	746,7	16	744,6	743,2	1,4
18	760,1	14,5	50,5	746,7	16	744,6	743,3	1,3
18	760,3	14,4	49,5	746,8	17	744,6	743,5	1,1
18	759,8	14,5	52,8	746,8	17	744,6	743,0	1,6
18	759,0	14,5	56,4	746.8	17	744,6	742,2	2,4
18	758,0	14,5	59,0	746,9	17	744,7	741,2	3,5
18	756,7	14,6	63,5	746,8	17	744,6	740,0	4,6
18	756,0	14,6	65,2	746,8	17	744,6	739,3	5,3
19	759,9	14,6	52,4	746,7	18	744,4	742,8	1,6
19	760,2	14,6	49,9	746,7	18	744,4	743,1	1,3
19	759,4	14,6	53,6	746,7	18	744,4	742,3	2,1
19	758,5	14,7	57,2	746,7	18	744,4	741,5	2,9
19	757,8	14,7	59,5	746,7	18	744,4	740,8	3,6
19	757,1	14,7	62,1	746,7	18	744,4	740,1	4,3
19	759,8	14,7	52,8	746,3	18	744,0	742,6	1,4
20	759,8	14,7	51,2	746,2	18	743,9	742,5	1,4
20	759,0	14,7	54,6	746,2	18	743,9	741,7	2,2
20	758,2	14,7	57,8	746,2	18	743,9	740,9	3,0
20	757,5	14,7	60,4	746,2	18	743,9	740,2	3,7
20	756,8	14,7	63,2	746,2	19	743,7	739,5	4,2
20	756,0	14,7	65,1	746,2	19	743,7	738.7	5,0
20	755,1	14,7	67,0	746,1	19	743,6	737,9	5,8
20	754,5	14,7	68,6	746,1	19	743,6	737,3	6,4
21	753,9	14,7	70,1	746,2	19	743,7	736,5	7,2
21	753,0	14,8	71,6	746,2	19	743,7	735,7	8,0
21	752,1	14,8	73,0	746,2	19	743,7	734,8	8,9
21	751,2	14,9	74,3	746,2	19	743,7	734,0	9,7
21	750,5	14,9	75,6	746,1	19	743,6	733,3	10,3
21	749,7	14,9	77,0	746,2	20	743,6	732,1	11,5
21	748,9	14,9	78,0	746,2	20	743,6	731,3	12,3

Tabelle 104 (Fortsetzung).

T.	Bo.	Bu.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
21	748,0	14,9	79,0	746,2	20	743,6	730,4	13,2
21	747,2	14,9	79,8	746,2	20	743,6	729,6	14,0
21	746,5	14,9	80,8	746,2	20	743,6	728,9	14,7
21	745,8	14,9	81,6	746,2	20	743,6	728,2	15,4
21	744,3	14,9	83,0	746,2	20	743,6	726,7	16,9
21	737,9	14,9	88,7	746,2	20	743,6	720,4	23,2

Tabelle 105.

Isovaleriansäure.

III. Bestimmungsreihe.

(Wasserluftpumpe).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
17	725,0	724,6	82,0	741,7	15	739,8	722,6	17,2
18	727,3	727,7	78,4	741,3	16	739,2	725,2	14,0
18	726,0	726,5	79,8	740,9	16	738,8	724,0	14,8
19	724,1	724,5	82,0	741,1	16	739,0	721,8	17,2
18	723,5	723,7	83,0	741,3	16	739,2	721,4	17,8
18	722,5	722,5	84,2	741,4	17	739,2	720,3	18,9
18	721,5	721,3	85,2	741,6	17	739,4	719,3	20,1
18	721,0	720,7	85,6	741,7	17	739,5	718,7	20,8
18	720,3	720,5	86,4	741,8	17	739,6	718,2	21,4
17	720,0	720,6	87,0	742,6	15	740,7	718,2	22,5
17	718,8	719,2	87,8	742,5	15	740,6	716,9	23,7
20	710,5	711,0	93,0	741,7	16	739,6	708,3	31,3
20	709,3	709,9	93,8	741,6	16	739,5	707,1	32,4
20	708,3	708,7	94,4	741,6	16	739,5	706,0	33,5
20	707,5	707,9	94,8	741,6	16	739,5	705,2	34,3
21	727,0	727,3	77,2	739,5	18	737,2	724,5	12,7
21	726,1	726,5	78,4	739,6	18	737,3	723,6	13,7

Tabelle 105 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
21	723,7	724,5	80,6	739,3	18	737,6	721,5	15,5
22	723,5	724,0	81,0	739,2	19	736,8	721,1	15,7
21	722,5	723,3	81,8	739,3	19	736,9	720,3	16,6
21	721,8	722,3	82,6	739,3	19	736,9	719,5	17,4
21	721,3	721,5	83,2	739,2	19	736,8	718,8	18,0
21	720,2	720,7	84,2	739,2	19	736,8	717,8	19,0
21	719,3	719,6	85,0	739,0	18	736,7	716,9	19,8
21	718,1	718,5	85,8	739,1	18	736,8	715,7	21,1
21	717,5	717,5	86,6	739,1	18	736,8	714,9	21,9
21	716,4	716,7	87,2	739,0	19	736,6	714,0	22,6
21	715,6	716,2	87,9	739,1	19	736,7	713,3	23,4
20	719,7	720,0	80,2	734,9	18	732,6	717,4	15,2
21	718,2	718,5	81,6	734,7	18	732,4	715,8	16,6
21	716,5	717,2	83,0	734,7	18	732,4	714,3	18,1
21	715,2	716,0	84,0	734,4	18	732,1	713,0	19,1
23	709,9	710,3	87,6	733,0	20	730,5	707,3	23,2
24	710,2	710,4	88,0	732,7	20	730,2	707,3	22,9
25	705,6	706,2	90,0	731,7	20	729,2	702,8	26,4
19	721,6	722,3	77,8	735,4	20	732,8	719,6	13,2
20	718,4	719,0	81,6	735,2	20	732,8	716,2	16,4
20	717,5	718,0	82,4	735,2	20	732,6	715,3	17,3
21	716,4	716,9	83,4	735,1	20	732,5	714,1	18,4
22	713,2	713,4	86,4	735,1	20	732,5	710,6	21,9
22	711,1	711,7	87,8	734,8	20	732,3	708,7	23,6
22	710,5	711,2	88,6	735,7	20	733,1	708,2	24,9
21	706,7	706,9	91,8	736,0	20	733,4	704,2	29,2
21	704,9	705,5	92,8	736,0	20	733,4	702,6	30,8
21	703,9	704,4	93,4	736,1	20	733,5	701,7	31,8
21	702,9	703,0	94,2	736,2	20	733,6	700,5	33,1
21	699,4	699,5	96,0	736,2	20	733,6	697,0	36,6
21	698,2	698,3	96,6	736,3	20	733,7	695,9	37,8
21	695,4	696,2	97,8	736,4	20	733,8	693,3	40,5
20	694,6	694,6	98,6	736,6	20	734,0	692,2	41,8
20	692,9	693,2	99,6	736,7	20	734,1	690,7	43,4

Tabelle 105 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B. \frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
20	691,2	691,5	100,4	736,7	20	734,1	689,0	45,1
19	713,0	713,2	88,2	737,4	18	735,1	710,8	24,3
18	711,4	711,7	89,2	737,3	18	735,0	709,4	25,6
18	710,5	710,7	89,6	737,3	19	734,9	708,4	26,5
18	709,5	709,7	90,2	737,2	19	734,8	707,4	27,4
19	708,7	709,0	90,8	737,1	19	734,7	706,6	28,1
19	708,0	708,2	91,4	737,1	19	734,7	705,7	29,0
21	704,5	704,9	93,2	736,6	20	734,0	702,2	31,8
21	703,4	703,5	93,8	736,6	20	734,0	701,0	33,0
21	702,9	703,1	94,2	736,4	20	733,8	700,5	33,3
21	701,2	701,4	95,0	736,2	20	733,6	698,8	34,8
21	696,4	696,6	97,4	735,7	20	733,1	694,0	39,1
21	694,9	695,1	97,8	735,7	20	733,1	692,5	40,6
21	694,0	694,3	98,4	735,7	20	733,1	691,7	41,4
22	693,4	693,5	98,8	735,7	20	733,1	690,9	42,2
22	692,3	692,3	99,2	735,7	20	733,1	689,7	43,4
22	691,4	691,5	99,6	735,7	20	733,1	688,9	44,2
22	690,4	690,8	100,0	735,7	20	733,1	688,0	45,1
22	689,7	689,9	100,6	735,8	20	733,2	687,2	46,0
22	688,5	689,0	101,0	735,9	20	733,3	686,2	46,9
22	687,4	687,8	101,4	736,0	20	733,4	685,0	48,4
22	686,4	686,5	101,9	736,0	20	733,4	683,9	49,5
21	685,4	685,4	102,4	736,1	20	733,5	682,9	50,6
21	684,2	684,3	103,2	736,3	20	733,7	681,8	51,9
21	683,0	683,2	103,6	736,6	20	734,0	680,6	53,4
21	682,1	682,2	104,2	736,9	20	734,3	679,7	54,6
21	680,9	681,1	104,6	736,9	20	734,3	678,5	55,8

Die folgende Tabelle 106 bringt, wie bereits gesagt, die Beobachtungen aller drei Bestimmungsreihen gemeinschaftlich und nach den Drucken geordnet, wie dieselben zur Konstruktion der Hauptkurve verwendet wurden; von einer Veröffentlichung dieser Kurve ist wegen des nicht einheitlichen chemischen Charakters der Säure abgesehen worden.

Tabelle 106.

Isovaleriansäure.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0,8	49,3	5,0	65,0	16,6	81,6	28,1	90,8
1,1	49,9	5,3	65,1	16,6	81,8	29,0	91,4
1,1	50,4	5,5	65,3	16,9	83,0	29,2	91,8
1,3	50,9	5,8	66,9	17,2	82,0	30,8	92,8
1,3	51,7	6,1	67,2	17,2	82,0	31,3	93,0
1,3	49,8	6,3	67,7	17,3	82,4	31,8	93,2
1,4	51,1	6,4	68,5	17,4	82,6	31,8	93,4
1,4	52,7	7,0	69,5	17,8	83,0	32,4	93,8
1,4	51,7	7,2	70,0	18,0	83,2	33,0	93,8
1,6	52,3	7,8	70,9	18,1	83,0	33,1	94,2
1,6	52,7	8,0	71,5	18,4	83,4	33,3	94,2
1,6	53,6	8,6	72,5	18,9	84,2	33,5	94,4
1,7	53,4	8,8	72,9	19,0	84,2	34,3	94,8
2,1	53,5	8,8	72,9	19,1	84,0	34,8	95,0
2,2	54,5	9,6	74,5	19,8	85,0	36,6	96,0
2,4	55,1	9,7	74,2	20,1	85,2	37,8	96,6
2,4	56,3	10,3	75,5	20,8	85,6	39,1	97,4
2,4	56,5	10,8	76,3	21,1	85,8	40,5	97,8
2,5	57,4	11,5	76,9	21,4	86,4	40,6	97,8
2,9	57,1	11,6	77,5	21,9	86,4	41,4	98,4
2,9	57,9	12,3	77,9	21,9	86,6	41,8	98,6
3,0	57,7	12,7	77,1	22,5	87,0	42,2	98,8
3,2	59,1	12,7	78,6	22,6	87,2	43,4	99,2
3,2	59,1	13,2	77,7	22,9	88,0	43,4	99,6
3,5	58,9	13,2	78,9	23,2	87,6	44,2	99,6
3,6	59,4	13,7	78,3	23,2	88,7	45,1	100,1
3,7	60,3	14,0	78,3	23,4	87,9	45,1	100,4
3,7	60,7	14,0	79,7	23,6	87,8	46,0	100,6
4,0	61,8	14,7	80,7	23,7	87,8	46,9	101,0
4,2	62,0	14,8	79,5	24,3	88,2	48,4	101,4
4,2	63,1	15,2	80,1	24,9	88,6	49,5	101,9
4,3	62,0	15,4	81,5	25,6	89,2	50,6	102,4
4,4	63,1	15,5	80,5	26,4	90,0	51,9	103,2
4,6	63,4	15,7	80,9	26,5	89,6	53,4	103,6
4,8	64,5	16,4	81,5	27,4	90,2	54,6	104,2
						55,8	104,6

Aus der Kurve wurden die in den Tabellen 107 und 108 angegebenen Werte abgelesen.

Tabelle 107.

Spannkraft der Isovaleriansäure nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
1	50,0	12	76,7	26	89,8	40	98,2
1,5	52,5	13	78,0	27	90,5	41	98,7
2	54,8	14	79,2	28	91,2	42	99,2
2,5	56,9	15	80,4	29	91,8	43	99,6
3	58,9	16	81,5	30	92,4	44	100,1
3,5	60,6	17	82,5	31	93,6	45	100,6
4	62,2	18	83,5	32	94,1	46	101,0
4,5	63,7	19	84,4	33	94,7	47	101,5
5	65,0	20	85,3	34	95,2	48	101,9
6	67,3	21	86,1	35	95,7	49	102,4
7	69,2	22	86,9	36	96,2	50	102,9
8	71,0	23	87,7	37	96,8	51	103,3
9	72,5	24	88,4	38	97,2	52	103,8
10	74,0	25	89,2	39	97,7	53	104,2
11	75,4					54	104,8

Tabelle 108.

Kochpunkte der Isovaleriansäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
50	1,0	56	2,3	62	3,9	68	6,4
51	1,2	57	2,5	63	4,3	69	6,9
52	1,4	58	2,8	64	4,6	70	7,4
53	1,6	59	3,0	65	5,0	71	8,0
54	1,8	60	3,3	66	5,4	72	8,6
55	2,1	61	3,6	67	5,9	73	9,3

Tabelle 108 (Fortsetzung).

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
74	10,0	82	16,5	90	26,2	98	40,6
75	10,7	83	17,5	91	27,8	99	42,7
76	11,4	84	18,5	92	29,3	100	44,8
77	12,2	85	19,6	93	30,9	101	46,9
78	13,0	86	20,8	94	32,7	102	49,1
79	13,8	87	22,1	95	34,6	103	51,3
80	14,7	88	23,4	96	36,5	104	53,5
81	15,5	89	24,8	97	38,5	105	55,8

Um die erstrebte Prüfung des erreichten Genauigkeitgrades zu erleichtern, stellen wir in der folgenden Tabelle 109 die aus den verschiedenen Bestimmungsreihen abgegeleiteten Werte nebst den Differenzen zusammen.

Tabelle 109.

Isovaleriansäure.

	Bestimmungsreihen.			Differenzen.		
Druck.	I.	II.	III.	I—III.	I—II.	II—III.
mm.	°C.	°C.	°C.	°C	°C.	°C.
1,5	52,4	52,4	52,5	+0,1	0,0	+0,1
2,5	56,7	57,0	56,9	+0,2	+0,3	—0,1
3,5	60,3	60,5	60,6	+0,3	+0,2	+0,1
4,5	63,2	63,6	63,7	+0,5	+0,4	+0,1
5	64,6	65,0	65,0	+0,4	+0,4	0,0
6	67,1	67,4	67,3	+0,2	+0,3	—0,1
7	69,3	69,5	69,2	—0,1	+0,2	—0,3
8	71,4	71,4	71,0	—0,4	0,0	—0,4
9	73,3	73,0	72,5	—0,8	—0,3	—0,5
10	75,1	74,6	74,0	—1,1	—0,5	—0,6

Die Tabelle zeigt zur Evidenz die Berechtigung der von uns angewandten Methoden. Trotz eines Mittelwertes von 2,5°C. für einen mm. Druckdifferenz weichen die aus den verschiedenen Beobachtungsreihen erhaltenen Resultate im Mittel nur um 0,3°C. von einander ab, ein gewiss als recht gut zu bezeichnendes Resultat. Das Steigen der Differenzen bei den höhern Drucken ist einmal aus der hier minderwertigen Methode und zweitens aus dem Einfluss der für die Konstruktion von III noch benutzten Beobachtungen mit der Wasserluftpumpe leicht zu erklären. Besonders gut aber zeigt die Tabelle auch wie genau sich unsre graphische Interpolationsmethode den erhaltenen Beobachtungen anschliesst, und darin ist ja gerade, wie wir schon früher[1]) betonten, die Aufgabe jeder Interpolation zu suchen.

Kahlbaum, Ochs und **v. Silany.**

Isocapronsäure.

Die von C. A. F. Kahlbaum bezogene Säure siedete recht konstant zwischen 199,5 und 199,8°C.; als Siedepunkt der besten Fraktion ergab sich bei 740,5 mm. und 27°C. 199,7°C. mit N. Th. 827 gemessen, nach Anbringung aller Korrekturen wurde demnach angewandt eine Isocapronsäure vom Siedepunkt 200,7°C.

Mulck[2]) giebt als korrigirten Siedepunkt 199—199,5°C., Lieben und Rossi[3]) 199,7°C. an. Der Schmelzpunkt wurde gefunden bei —35°C.

Die Temperaturmessungen wurden ausgeführt mit N. Th. 817 bis 100°C. und Th. K. I. über 100°C.

---

[1]) Vergl. pag. 637.

[2]) Mulck, Liebig. Annal. Bd. 180. 1876. pag. 57.

[3]) Lieben & Rossi, Gazzetta Chimica. Bd. 1. 1871. pag. 314.

Bei Anwendung der Wasserluftpumpe tauchten beide Barometer in weite Gefässe und ist als unterer Quecksilberstand von jedem 10,0 mm. abzuziehen.

Die Originalbeobachtungen folgen in den Tabellen 110 und 111.

Tabelle 110.

Isocapronsäure.

(Wasserluftpumpe.)

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
24	739,5	739,7	97,5	741,4	24	738,5	726,6	11,9
23	736,9	737,0	100,8	741,4	23	738,6	724,1	14,5
23	737,8	737,7	99,9	741,4	23	738,6	724,8	13,8
22	736,1	736,1	99,3	739,3	22	736,7	724,2	13,5
23	737,3	737,3	97,0	738,8	23	736,0	724,4	11,6
25	736,5	736,2	97,0	737,8	25	734,8	723,2	11,6
26,5	732,9	732,8	101,3	737,7	26	734,6	719,6	15,0
27	729,1	728,9	105,4	737,6	26	734,5	715,7	18,8
26	731,1	731,5	102,7	737,4	26	734,3	718,1	16,2
26	728,1	728,2	106,2	737,4	26	734,3	714,9	19,4
25	722,3	722,5	111,0	737,4	25	734,4	709,2	25,2
25	724,7	724,8	109,1	737,4	25	734,4	711,6	22,8
22	729,9	729,8	110,2	743,5	22	740,9	717,1	23,8
22	732,5	732,1	107,9	743,3	22	740,7	719,6	21,1
23	736,3	736,0	104,6	743,8	23	741,0	723,2	17,8
23	734,6	734,5	106,2	744,0	23	741,2	721,7	19,5
24	691,4	691,8	129,6	744,1	24	741,2	678,8	62,4
23	680,9	681,3	133,2	743,9	23	741,1	668,4	72,7
24	692,8	693,0	129,3	744,1	24	741,2	680,1	61,1
25	695,2	695,5	128,6	744,1	25	741,1	682,4	58,7
22	693,8	694,4	129,3	745,3	22	742,7	681,5	61,2
22	721,1	721,5	116,7	745,3	22	742,7	708,6	34,1
25	727,7	727,8	112,4	743,9	25	740,9	714,7	26,2
24	716,2	716,2	118,7	743,5	24	740,6	703,3	37,3
24	696,3	696,2	128,1	743,0	24	740,1	683,3	56,8

Tabelle 110 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
23	710,3	710,6	121,1	741,4	23	738,5	679,6	40,9
23	688,6	688,8	130,0	741,6	23	738,7	676,0	62,7
23	722,1	722,0	114,3	741,6	23	738,7	709,2	29,5
23	718,4	718,7	116,2	740,9	23	738,0	705,8	32,2
24	738,3	738,5	97,1	739,7	24	736,8	725,4	11,4
24	737,7	737,9	98,1	739,9	24	737,0	724,8	12,2
24	735,2	735,3	101,9	740,4	24	737,5	722,3	15,2
24,5	709,0	709,3	122,4	742,8	24	739,9	696,2	43,7
25	713,0	713,3	120,4	742,7	25	739,7	700,2	39,5
25	710,7	711,0	121,4	742,4	25	739,4	697,9	41,5
25	702,1	702,4	125,2	742,4	25	739,4	689,3	50,1
25	704,6	704,8	123,9	741,6	25	738,6	691,7	46,9
26	706,4	706,6	123,0	741,6	26	738,5	693,4	45,1
25	717,0	716,9	117,5	741,7	25	738,7	703,8	34,9
24,5	732,3	732,7	107,0	742,1	24	739,2	719,5	19,7
24,5	725,9	726,3	111,8	742,2	24	739,3	713,1	26,2
25	721,4	721,9	115,2	742,0	25	739,0	708,6	30,4
25	724,5	725,0	113,2	742,0	25	739,0	711,7	27,3
25,5	699,9	699,9	126,3	741,9	25	738,9	686,8	52,1
25,5	696,6	697,1	127,3	741,7	25	738,7	683,8	54,9

Tabelle 111.

Isocapronsäure.

(Quecksilberluftpumpe.)

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	mm	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
15	727,5	2,3	105,6	743,7	10	742,5	723,3	19,2
15	728,0	2,4	105,6	743,7	10	742,5	723,7	18,8
19	737,0	3,2	96,4	743,7	7	742,9	731,4	11,5
16	733,9	2,6	99,2	743,4	6	742,7	729,3	13,4
16	734,0	2,8	99,6	743,4	6	742,7	729,2	13,5

Tabelle 111 (Fortsetzung).

T.	B. o.	B. u.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	B. red.	Druck
°C.	mm.	mm	.C°	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
16	737,0	3,1	95,9	743,6	6	742,9	731,9	11,0
16	738,3	3,2	94,6	743,6	6	742,9	733,1	9,8
18	739,7	3,4	91,9	743,7	7	742,9	734,0	8,9
19	740,0	3,5	91,7	743,7	7	742,9	734,1	8,8
19	740,6	3,6	90,6	743,7	6	743,0	734,8	8,2
19	741,6	3,7	88,5	743,5	7	742,7	735,5	7,2
20	741,2	3,7	89,6	743,4	7	742,6	734,9	7,7
20	742,0	3,8	87,3	743,4	7	742,6	735,7	6,9
20	743,1	3,9	84,9	743,7	7	742,9	737,1	5,8
18	749,1	3,7	83,1	750,0	15	748,2	743,2	5,1
18	749,3	3,8	83,0	750,0	15	748,2	743,2	5,0
19	749,9	3,9	82,6	750,3	15	748,5	743,6	4,9
19	749,6	4,0	83,2	750,1	16	748,2	743,2	5,0
20	750,0	4,0	81,8	750,1	17	748,0	743,4	4,6
20	750,7	4,0	80,6	750,2	17	748,1	744,1	4,0
20	751,9	4,0	78,6	750,4	17	748,4	745,4	3,1
20	752,0	4,0	76,6	750,7	18	748,5	745,4	3,1
21	752,4	4,0	74,6	750,8	18	748,6	745,7	2,9
21	753,0	4,0	74,4	750,9	18	748,7	746,3	2,4
17	743,6	3,8	84,6	745,1	15	743,3	737,6	5,7
18	744,2	4,0	83,7	745,1	15	743,3	737,9	5,4
19	745,0	4,0	81,6	745,0	15	743,2	738,6	4,6
19	746,0	4,0	79,3	745,0	16	743,1	739,6	3,5
20	746,3	4,0	77,0	744,9	17	742,9	739,7	3,2
20	746,9	4,0	75,0	744,9	17	742,9	740,3	2,6
22	747,2	4,0	73,6	744,7	18	742,5	740,4	2,1
21	749,3	4,0	55,3	744,8	18	742,6	742,6	0,0
21	749,1	4,0	58,2	744,8	18	742,6	742,4	0,2

Die in Tabelle 110 und 111 mitgeteilten Beobachtungen geben wir in der folgenden Tabelle 112 vereinigt und nach der Grösse geordnet noch einmal wieder. Aus denselben wurde die Kurve auf Tafel B konstruirt.

Tabelle 112.

Isocapronsäure.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
0	55,3	5,8	84,9	14,5	100,8	30,4	115,2
0,2	58,2	6,9	87,3	15,0	101,3	32,2	116,2
2,1	73,6	7,2	88,5	15,2	101,9	34,1	116,7
2,4	74,4	7,7	89,6	16,2	102,7	34,9	117,5
2,6	75,0	8,2	90,6	17,8	104,6	37,3	118,7
2,9	74,6	8,8	91,7	18,8	105,4	39,5	120,4
3,1	76,6	8,9	91,9	18,8	105,6	40,9	121,1
3,1	78,6	9,8	94,6	19,2	105,6	41,5	121,4
3,2	77,0	11,0	95,9	19,4	106,2	43,7	122,4
3,5	79,3	11,4	97,1	19,5	106,2	45,1	123,0
4,0	80,6	11,5	96,4	19,7	107,0	46,9	123,9
4,6	81,6	11,6	97,0	21,1	107,9	50,1	125,2
4,6	81,8	11,6	97,0	22,8	109,1	52,1	126,3
4,9	82,6	11,9	97,5	23,8	110,2	54,9	127,3
5,0	83,0	12,2	98,1	25,2	111,0	56,8	128,1
5,0	83,2	13,4	99,2	26,2	111,8	58,7	128,6
5,1	83,1	13,5	99,3	26,2	112,4	61,1	129,3
5,4	83,7	13,5	99,6	27,3	113,2	62,4	129,6
5,7	84,6	13,8	99,9	29,5	114,3	62,7	130,0
						72,7	133,2

Aus der nach diesen Werten konstruirten Kurve wurden die unten folgenden Dampfspannkräfte und Kochpunkte der Isocapronsäure abgelesen.

Tabelle 113.

Dampfspannkraft der Isocapronsäure nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
1	66,5	14	100,1	26	112,0	38	119,6
2	72,0	15	101,4	27	112,7	39	120,1
3	76,3	16	102,6	28	113,4	40	120,6
4	79,9	17	103,7	29	114,2	41	121,1
5	83,0	18	104,7	30	114,9	42	121,6
6	85,5	19	105,8	31	115,5	43	122,1
7	87,9	20	106,8	32	116,1	44	122,6
8	90,0	21	107,7	33	116,7	45	123,1
9	92,0	22	108,6	34	117,3	46	123,5
10	93,9	23	109,5	35	117,9	47	124,0
11	95,6	24	110,4	36	118,4	48	124,5
12	97,2	25	111,2	37	119,0	49	124,9
13	98,8					50	125,3

Tabelle 114.

Kochpunkte der Isocapronsäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
55	0	88	7,0	101	14,7	114	29,0
60	0,3	89	7,5	102	15,5	115	30,5
65	0,8	90	8,0	103	16,4	116	32,1
70	1,5	91	8,5	104	17,3	117	33,8
75	2,6	92	9,0	105	18,2	118	35,6
80	4,0	93	9,5	106	19,2	119	37,4
81	4,3	94	10,0	107	20,2	120	39,3
82	4,7	95	10,6	108	21,3	121	41,2
83	5,0	96	11,2	109	22,4	122	43,2
84	5,4	97	11,8	110	23,5	123	45,4
85	5,8	98	12,5	111	24,7	124	47,5
86	6,2	99	13,2	112	26,0	125	49,7
87	6,6	100	13,9	113	27,5	126	51,8

Kahlbaum und Schröter.

Wir haben bisher die normalen Fettsäuren und einige Isosäuren abgehandelt und damit ein reichliches Material zusammengetragen zum Studium der Abhängigkeit des Siedepunkts vom Luftdruck und zugleich der Beziehungen, die sich aus der Differenz der chemischen Zusammensetzung und dem Wechsel dieser Grösse ergeben.

Bevor wir zur Prüfung und Besprechung unseres Materials übergehen wollen wir noch erst die anderen von uns gesammelten Beobachtungen mitteilen, um später nicht unsere Darstellung unterbrechen zu müssen. Es wird sich aus dem folgenden ergeben, weshalb wir gerade die betreffenden Stoffe gewählt haben.

Monochloressigsäure.

Auch die Monochloressigsäure wurde von C. A. F. Kahlbaum bezogen. Sie kochte nach N. Th. 1396 unter dem Druck von 739,0 mm. und 17°C. bei 188,2°C. Es wurde demnach eine Monochloressigsäure vom korrigirten Siedepunkt 188,9°C. angewendet. Der Schmelzpunkt wurde bei 61,9°C. gefunden.

Nach Angaben von R. Hoffmann ist der Siedepunkt korrigirt 185,1—187,6°C., der Schmelzpunkt 62°C.[1]). B. Tollens fand den Siedepunkt korrigirt bei 185,5—187,5, den Schmelzpunkt bei 62,5°C.[2]).

Die Temperaturmessungen wurden bis 80°C. mit N. Th. 817, für die Temperaturen über 80°C. mit Th. K. I. ausgeführt. Bei der Monochloressigsäure und ihren später zu besprechenden Gemischen mit Normalvaleriansäure wurde der Apparat wie ihn Tafel 12 giebt, und der sonst nur für die Untersuchungen mit der Wasserluftpumpe

---

[1]) R. Hoffmann, Liebig. Annal. Bd. 102. 1857. pag. 6.

[2]) B. Tollens, Deutsche chem. Gesellsch. Ber. Bd. 17. 1884. pag. 664.

verwendet wurde, unter Zuhülfenahme der Quecksilberluftpumpe auch für tiefere Drucke benutzt. Die Bedeutung der Kolonnen in der folgenden Tabelle bleibt die gleiche, und ist für die ersten 40 Beobachtungen von Bv. 11,5 mm. abzuziehen, für die letzten 9 dagegen 12 mm., für Bh. in allen Fällen 8 mm.

Tabelle 115.

Monochloressigsäure.

(Wasser- und Quecksilberluftpumpe).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B \frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
29	737,2	733,7	88,0	736,8	24	733,9	722,1	11,8
29	736,3	732,8	88,8	736,6	24	733,7	721,2	12,5
29	736,0	732,2	89,4	736,6	24	733,7	720,7	13,0
29	734,5	731,0	90,5	736,3	24	733,4	719,4	14,0
29	733,7	730,0	91,4	736,1	24	733,2	718,6	14,6
28	732,9	729,3	92,1	735,9	24	733,0	717,8	15,2
28	731,4	727,9	93,2	735,7	25	732,7	716,4	16,3
28	730,6	727,0	94,1	735,6	25	732,6	715,5	17,1
28	730,0	726,5	94,5	735,6	25	732,6	715,0	17,6
28	729,4	726,0	95,2	735,6	24	732,7	714,5	18,2
27	728,8	725,2	96,0	735,7	24	732,8	713,8	19,0
23	724,4	720,9	97,5	733,2	22	730,6	710,1	20,5
24	723,0	719,5	98,8	733,3	22	730,7	708,5	22,2
24	721,9	718,4	99,6	733,2	22	730,6	707,4	23,2
24	719,9	716,5	101,3	733,3	22	730,7	705,6	25,1
24	719,0	715,5	102,1	733,5	22	730,9	704,6	26,3
24	718,0	714,6	102,8	733,7	22	731,1	703,7	27,4
24	717,0	713,5	103,7	733,8	22	731,2	702,6	28,6
25	715,8	712,2	104,4	734,1	23	731,4	701,1	30,3
25	714,0	710,5	105,9	734,3	23	731,6	699,5	32,1
25	713,4	709,8	106,7	734,8	23	732,1	698,8	33,3
25	712,0	708,5	107,5	734,7	23	732,0	697,5	34,5
25	711,0	707,5	108,3	735,1	22	732,5	696,5	36,0
25	709,7	706,1	109,0	735,1	22	732,5	695,1	37,4

Tabelle 115 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
25	708,0	704,5	109,6	734,4	22	731,8	693,5	38,3
24	706,3	702,9	110,4	734,7	23	732,0	692,0	40,0
24	705,1	701,7	111,0	734,7	22	732,1	690,8	41,3
24	702,8	699,2	112,2	734,5	22	731,9	688,3	43,6
23	701,1	697,4	113,6	735,3	20	732,9	686,8	46,1
23	699,5	695,9	114,2	735,3	20	732,9	685,2	47,7
23	698,0	694,2	114,8	735,4	20	733,0	683,6	49,4
23	695,4	691,8	115,7	735,4	21	732,9	681,1	51,8
23	693,5	689,9	116,4	735,3	21	732,8	679,2	53,6
23	691,6	687,9	117,2	735,3	21	732,8	677,3	55,5
23	690,0	686,2	117,8	735,3	21	732,8	675,6	57,2
23	687,7	683,9	118,6	735,3	21	732,8	673,3	59,5
23	685,4	681,7	119,4	735,3	21	732,8	671,1	61,7
23	684,0	680,3	119,8	734,9	21	732,4	669,7	62,7
23	733,5	729,9	88,8	734,2	22	731,6	719,0	12,6
23	731,6	727,9	90,2	734,2	22	731,6	717,1	13,5
19	748,1	744,0	62,4	738,8	17	736,8	733,6	3,2
19	747,7	743,5	64,2	738,8	17	736,8	733,2	3,6
19	746,2	742,0	70,0	738,8	18	736,7	731,7	5,0
19	745,5	741,1	74,0	738,8	18	736,7	730,9	5,8
19	744,0	739,7	79,0	738,8	17	736,8	729,4	7,4
19	742,9	738,4	82,5	738,9	17	736,9	728,2	8,7
19	741,3	737,1	85,3	739,0	18	736,9	726,8	10,1
19	740,4	736,1	87,0	739,1	18	737,0	725,8	11,2
19	737,1	732,9	91,0	739,1	18	737,0	722,6	14,4

Wir lassen in der umstehenden Tabelle zunächst noch einmal die Beobachtungen ohne irgend welche Korrektur nach den Drucken geordnet folgen.

Tabelle 116.

Monochloressigsäure.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
3,2	62,4	15,2	92,1	36,0	108,3
3,6	64,2	16,3	93,2	37,4	109,0
5,0	70,0	17,1	94,1	38,3	109,6
5,8	74,0	17,6	94,5	40,0	110,4
7,4	79,0	18,2	95,2	41,3	111,0
8,7	82,5	19,0	96,0	43,6	112,2
10,1	85,3	20,5	97,5	46,1	113,6
11,2	87,0	22,2	98,8	47,7	114,2
11,8	88,0	23,2	99,6	49,4	114,8
12,5	88,8	25,1	101,3	51,8	115,7
12,6	88,8	26,3	102,1	53,6	116,4
13,0	89,4	27,4	102,8	55,5	117,2
13,5	90,2	28,6	103,7	57,2	117,8
14,0	90,5	30,3	104,4	59,5	118,6
14,4	91,0	32,1	105,9	61,7	119,4
14,6	91,4	33,3	106,7	62,7	119,8
		34,5	107,5		

Aus den oben angeführten Werten wurde die Kurve auf Tafel C konstruirt und die in den beiden folgenden Tabellen mitgeteilten Zahlen für die Dampfspannkraft und die Kochpunkte der Monochloressigsäure abgelesen.

Die Geringfügigkeit und die Schwierigkeit richtiger Einführung, die durch Anwendung zweier Thermometer bedingt war, liess bei der Monochloressigsäure und ihren noch später mitzuteilenden Gemischen von einer Temperaturkorrektion absehen.

Tabelle 117.

Dampfspannkraft der Monochloressigsäure nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
3,5	63,2	15	91,8	31	105,3	47	113,8
4,0	66,8	16	92,9	32	105,9	48	114,2
4,5	69,3	17	94,0	33	106,5	49	114,6
5,0	71,4	18	95,0	34	107,1	50	115,0
5,5	73,2	19	96,0	35	107,7	51	115,4
6,0	74,9	20	96,9	36	108,2	52	115,8
6,5	76,5	21	97,8	37	108,8	53	116,2
7,0	77,9	22	98,6	38	109,4	54	116,6
7,5	79,3	23	99,5	39	109,9	55	117,0
8	80,5	24	100,3	40	110,4	56	117,3
9	82,8	25	101,0	41	110,9	57	117,7
10	84,7	26	101,8	42	111,4	58	118,1
11	86,5	27	102,5	43	111,9	59	118,4
12	88,0	28	103,3	44	112,4	60	118,8
13	89,4	29	104,0	45	112,8	61	119,1
14	90,7	30	104,6	46	113,3	62	119,5

Tabelle 118.

Kochpunkte der Monochloressigsäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
65	3,8	71	4,9	77	6,6	83	9,1
66	3,9	72	5,1	78	7,0	84	9,6
67	4,0	73	5,4	79	7,4	85	10,1
68	4,2	74	5,7	80	7,8	86	10,7
69	4,4	75	6,0	81	8,2	87	11,3
70	4,7	76	6,3	82	8,6	88	12,0

Tabelle 118 (Fortsetzung).

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
89	12,7	96	19,0	103	27,7	110	39,2
90	13,5	97	20,1	104	29,1	111	41,1
91	14,3	98	21,2	105	30,7	112	43,1
92	15,1	99	22,4	106	32,2	113	45,3
93	16,0	100	23,6	107	33,0	114	47,5
94	17,0	101	25,0	108	35,5	115	50,0
95	18,0	102	26,3	109	37,3		

Kahlbaum und **Schröter.**

Lösungen und Gemische.

3. Lösungen von Kochsalz in Wasser.

Wir haben mit der Monochloressigsäure den letzten der einheitlichen Stoffe, an dem wir Beobachtungen angestellt haben, abgehandelt und wenden uns nunmehr der Besprechung von Lösungen und Gemengen zu. Nur nebensächlich, da solche nicht direkt in das von uns zu bearbeitende Gebiet hineinpassen, haben wir Beobachtungen an Lösungen von Kochsalz in Wasser gemacht, mehr um zu konstatiren, dass die von uns angewandte Methode auch für solche Untersuchungen geeignet ist, als um endgültige Bestimmungen zu gewinnen. Wir sehen deshalb auch davon ab, auf die Einzelheiten dieses Teiles unserer Untersuchungen näher einzutreten und begnügen uns damit, die Resultate im Groben mitzuteilen. Der angewandte Apparat war der gleiche, wie wir ihn früher bei den homogenen Flüssigkeiten beschrieben haben.

Untersuchungen über die Dampfspannkraft von Kochsalzlösungen verschiedener Koncentration mittelst der statischen Methode sind neben den bekannteren älteren Untersuchungen in neuerer Zeit von Emden[1]) ausgeführt worden. Da es sich wie gesagt für uns hier wesentlich darum handelte, die Brauchbarkeit der von uns angewandten Methode zu prüfen, so wählten wir zwei Koncentrationen, von denen die eine innerhalb der von Emden gewählten Grenzen fiel, während die andere dieselbe überschritt.

---

[1]) Emden, Ueber die Dampfspannung von Salzlösungen, Wiedemann Annal. Bd. 31, 1887, pag. 145.

Wir bringen in der folgenden Tabelle 119 die von uns gewonnenen Resultate gleichzeitig mit den von Herrn Emden erhaltenen. Von uns rühren die Bestimmungen für 17,4 % und 35,4 %tige Lösungen her, wogegen Herr Emden die für 14,7 %, 20,1 % und 30,1 % bestimmte.

Tabelle 119.

Dampfspannkraft von Kochsalzlösungen nach mm. **geordnet.**

Druck	35,4 %	30,1 %	20,1 %	17,4 %	14,7 %
mm.	°C.	°C.	°C.	°C.	°C.
15	22,80	21,40	20,12	19,60	19,09
20	27,46	26,10	24,57	24,15	23,70
25	30,90	29,93	28,24	27,78	27,58
30	34,02	33,19	31,43	30,85	30,74
35	36,92	35,90		33,63	33,49
40	39,60			36,27	35,99

Den Quotienten aus der Tension des Wasserdampfes in die der Salzlösung nannte Herr Emden λ. Berechnen wir λ aus unseren Beobachtungen, so ergiebt sich für die obigen Koncentrationsgrade folgendes:

Tabelle 120.

λ

	35,4 %	30,1 %	20,1 %	17,4 %	14,7 %
Berechnet . .	0,740	0,792	0,868	0,887	0,906
Gefunden . .	0,744			0,891	
Differenz . .	+0,004			+0,004	

Wir haben in der ersten Reihe λ angegeben, wie wir dasselbe aus den Beobachtungen des Herrn Emden durch Inter- resp. Extrapolation gewinnen konnten und

in der zweiten, als gefunden, dasjenige λ angegeben, wie es sich aus unseren Beobachtungen ableiten liess. Die Differenz tritt, wie man sieht, erst mit vier Einheiten in der dritten Decimale auf, als weitere Bestätigung der auch aus Tabelle 119 ersichtlichen vorzüglichen Uebereinstimmung unserer dynamisch, mit den von Hrn. Emden statisch beobachteten Werte, womit ein weiterer Beweis für die berechtigte Anwendung unserer Methode erbracht ist.

Durch unsere Bestimmungen scheint uns auch die Frage nach der Konstanz von λ im Sinne des Hrn. Emden bestätigt zu sein.

Kahlbaum, Schröter und **Puff.**

Wir wenden uns nunmehr der Betrachtung von Säuregemischen zu und zwar zunächst solchen von Wasser mit Säuren, die, nach dem was wir oben[1]) gesagt haben, zur Erklärung der Differenzen der Landolt'schen Zahlen mit denen der anderen Beobachter, für uns von ganz besonderem Interesse sein müssen. Später bringen wir Gemenge mehrerer Säuren, über die, soviel wir wissen, Beobachtungen überhaupt noch nicht vorliegen.

4. Gemische von Ameisensäure mit Wasser.

Die niederen Temperaturen bei verhältnissmässig hohen Drucken gestatteten in allen Fällen nur das Anwenden einer Wasserluftpumpe.

Ameisensäure 89,53 %, **Wasser** 10,47 %.

Siedetemperatur des Gemenges bei 740,0 mm. und 19 °C. nach Th. 2080 = 105,3 °C. dem entspricht 106,5 °C. bei 760 mm. und 0 °C.

---

[1]) Vergl. pag. 721.

Die Messungen wurden in dem gleichen Apparat (Tafel 12) wie bei den Säuren selbst ausgeführt, und ist auch die Bedeutung der Kolonnen in den folgenden Tabellen die gleiche. Von Bh. ist 8,9 mm. abzuziehen. Die Temperaturmessungen wurden mit Th. 2076 ausgeführt.

Tabelle 121.

Ameisensäure und Wasser.

10,47 % H_2O, 89,53 % CH_2O_2.

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
11	958,3	237,3	730,0	8,2	732,3	12	730,9	719,6	11,3
11	957,3	238,3	728,0	11,1	732,3	12	730,9	717,6	13,3
11	957,0	238,7	727,3	12,1	732,3	12	730,9	716,9	14,0
11	956,4	239,2	726,1	13,0	731,9	12	730,5	715,8	14,7
11	956,0	239,8	725,3	13,9	731,9	12	730,5	714,9	15,6
11	955,2	240,7	723,8	16,0	732,5	12	731,1	713,3	17,8
10	934,0	218,9	724,1	16,5	733,7	14	732,0	713,9	18,1
10	933,0	219,8	722,2	18,2	733,7	14	732,0	712,0	20,0
10	932,0	220,5	720,9	19,4	733,6	13	732,1	710,7	21,4
10	931,8	221,0	719,8	20,3	733,6	13	732,1	709,6	22,5
10	930,9	221,9	718,0	21,6	733,4	13	731,9	707,8	24,1
10	930,2	222,6	716,6	22,5	733,2	13	731,7	706,4	26,5
10	929,5	223,3	715,2	23,4	733,0	13	731,5	705,0	25,3
10	929,0	224,1	714,0	24,4	733,0	13	731,5	703,8	27,7
10	928,3	224,9	712,8	25,3	733,0	13	731,5	702,4	29,1
10	927,9	225,3	711,9	26,0	733,2	13	731,7	701,6	30,1
10	927,7	225,8	711,1	26,6	733,2	13	731,7	700,8	30,9
10	926,8	227,0	709,0	27,8	733,4	13	731,9	698,7	33,2
10	925,2	228,2	706,7	29,4	733,5	13	732,0	696,2	35,8
6	924,7	227,9	706,1	29,4	734,0	14	732,3	696,3	36,0
6	923,9	228,9	704,5	30,5	734,3	14	732,6	694,6	38,0
6	923,0	229,8	702,9	31,6	734,5	14	732,8	692,9	39,9
4	925,8	226,7	708,2	29,8	736,7	11	735,4	698,7	36,7

Tabelle 121 (Fortsetzung).

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
4	927,0	225,0	711,1	28,1	736,8	11	735,5	701,6	33,9
4	924,6	227,8	706,2	30,9	736,8	11	735,5	696,5	39,0
4	923,9	228,5	704,9	31,7	736,8	11	735,5	695,2	40,3
4	923,0	229,5	703,0	32,5	736,8	10	735,6	693,3	42,3
3	922,0	230,1	701,6	33,4	736,8	10	735,6	691,9	43,7
3	921,2	231,1	699,9	34,2	736,8	10	735,6	690,1	45,5
3	920,6	231,9	698,3	34,8	736,8	10	735,6	688,6	47,0
3	918,8	241,0	686,6	35,8	727,3	6	726,6	677,3	49,3
3	917,6	242,1	684,3	36,7	727,3	6	726,6	675,1	51,5
3	935,0	216,7	727,1	4,5	727,3	6	726,6	717,9	8,7

Die in der vorstehenden Tabelle mitgeteilten Beobachtungen folgen nachstehend noch einmal nach den Drucken geordnet.

Tabelle 122.

Ameisensäure 89,53 %, **Wasser** 10,47 %.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
8,7	4,5	24,1	21,6	36,7	29,8
11,3	8,2	25,3	22,5	38,0	30,5
13,3	11,1	26,5	23,4	39,0	30,9
14,0	12,1	27,7	24,4	39,9	31,6
14,7	13,0	29,1	25,1	40,3	31,7
15,6	13,9	30,1	26,0	42,3	32,5
17,8	16,0	30,9	26,6	43,7	33,4
18,1	16,5	33,2	27,8	45,5	34,2
20,0	18,2	33,9	28,1	47,0	34,8
21,4	19,4	35,8	29,4	49,3	35,8
22,5	20,3	36,0	29,4	51,5	36,7

Aus diesen Werten wurde die auf Tafel B. mitgeteilte Kurve konstruirt und daraus die folgenden Spannkräfte und Kochpunkte nach Einführung der Thermometerkorrektur abgelesen.

Tabelle 123.

Dampfspannkraft eines Gemenges von 89,53 % Ameisensäure und 10,47 % Wasser nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
9	4,7	24	21,5	39	30,9
10	6,4	25	22,3	40	31,4
11	8,0	26	23,1	41	31,9
12	9,4	27	23,8	42	32,4
13	10,7	28	24,5	43	32,9
14	12,0	29	25,2	44	33,4
15	13,1	30	25,8	45	33,9
16	14,2	31	26,5	46	34,3
17	15,3	32	27,1	47	34,8
18	16,3	33	27,7	48	35,2
19	17,3	34	28,2	49	35,7
20	18,2	35	28,9	50	36,1
21	19,0	36	29,3	51	36,6
22	19,9	37	29,9	52	37,0
23	20,7	38	30,4	53	37,4

Tabelle 124.

Kochpunkte eines Gemenges von 89,53 % **Ameisensäure und** 10,47 % **Wasser nach** °C. **geordnet.**

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C	mm.
5	9,1	14	15,7	23	25,8	32	41,1
6	9,7	15	16,7	24	27,2	33	43,1
7	10,3	16	17,7	25	28,6	34	45,2
8	11,0	17	18,7	26	30,1	35	47,4
9	11,6	18	19,8	27	31,8	36	49,7
10	12,4	19	20,9	28	33,5	37	52,0
11	13,1	20	22,1	29	35,3	38	54,3
12	13,9	21	23,3	30	37,2	39	56,7
13	14,8	22	24,5	31	39,1	40	59,1

Ameisensäure 70,49 %, **Wasser** 29,51 %.

Siedetemperatur des Gemenges bei 740,0 mm. und 19 °C. nach Th. 2080 = 106,4 °C. dem entspricht 107,6 °C. bei 760 mm. und 0 °C.

Von Bh. ist 8,8 mm. abzuziehen. Die Temperaturmessungen wurden mit Th. 2076 ausgeführt.

Tabelle 125.

Ameisensäure und Wasser.

29,51 % H_2O, 70,49 % CH_2O_2.

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B. \frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	°C.
+2	901,0	183,1	726,4	13,5	728,9	13	727,4	717,5	9,9
3	901,0	183,0	726,8	13,6	729,0	12	727,6	717,6	10,0
3	900,0	184,6	724,5	17,5	729,3	13	727,8	715,1	12,7
6	970,8	236,3	743,2	13,5	744,8	10	743,6	733,7	9,9
7	970,9	236,5	743,2	14,1	745,2	12	743,8	733,5	10,3

Tabelle 125 (Fortsetzung).

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	°C.
6	968,1	238,9	738,1	21,3	745,9	13	744,3	728,4	15,9
6	970,0	236,8	742,0	17,7	746,3	13	744,7	732,4	12,3
—4	900,1	182,9	726,1	19,0	733,1	13	731,6	717,7	13,9
3	900,5	182,5	726,8	18,2	733,3	14	731,6	718,4	13,2
2	901,9	181,7	728,9	15,2	733,0	13	731,5	720,5	11,0
1	893,7	190,1	712,6	31,5	733,9	13	732,4	703,8	28,6
1	907,6	175,7	740,2	14,9	743,0	4	742,5	731,9	10,6
1	907,2	176,0	739,4	15,8	742,9	4	742,4	731,0	11,4
1	906,2	177,3	737,5	18,0	742,7	5	742,1	728,9	13,2
0	905,1	178,5	735,2	21,0	742,8	7	742,0	726,5	15,5
+1	900,4	183,5	725,4	29,6	743,4	9	742,3	716,7	25,6
1	899,5	184,4	723,6	30,6	743,4	8	742,4	714,9	27,5
1	898,8	185,1	722,4	31,7	743,5	9	742,4	713,6	28,8
1	892,0	192,3	708,3	39,1	743,8	10	742,6	699,5	43,1
2	885,9	198,5	696,3	43,8	744,2	12	742,8	687,2	55,6
2	885,0	199,2	694,5	44,6	743,7	8	742,7	685,6	57,1
2	884,1	200,1	692,7	45,2	743,7	7	742,9	683,8	59,1
2	883,4	201,0	691,2	45,6	743,7	7	742,9	682,2	60,7
0	897,5	186,5	719,8	28,6	736,5	11	735,2	711,0	24,2
0	896,9	187,0	718,7	29,4	736,7	11	735,4	709,9	25,5
+1	896,4	187,8	717,6	30,3	736,8	11	735,5	708,6	26,9
1	895,9	188,2	717,6	31,0	736,8	11	735,5	707,6	27,9
1	894,8	189,2	714,4	32,4	736,9	11	735,6	705,5	30,1
1	893,9	190,2	712,5	33,4	736,9	11	735,6	703,6	32,0
0	893,0	191,0	710,7	34,5	737,2	11	735,9	702,0	33,9
—2	897,1	186,1	719,8	31,1	739,9	3	739,5	711,3	28,2
2	896,6	186,7	718,8	31,9	739,8	3	739,4	710,2	29,2
2	890,6	193,3	706,4	38,5	740,0	4	739,5	697,6	41,9
+1	899,9	184,0	724,6	27,3	738,8	13	737,3	715,8	21,5
1	877,6	206,9	679,8	47,2	737,7	12	736,3	670,7	65,6
1	882,5	201,8	689,4	44,2	738,1	12	736,7	680,6	56,1
1	902,1	182,3	728,5	22,7	738,1	12	736,7	719,7	17,0
1	901,5	182,9	727,4	24,0	738,2	12	736,8	718,5	18,3
2	900,8	183,6	726,0	25,2	738,2	12	736,8	717,0	19,8
2	900,0	184,4	724,5	26,6	738,3	13	736,8	715,4	21,4

In der folgenden Tabelle lassen wir die Beobachtungen noch einmal nach den Drucken geordnet folgen wie dieselben zur Konstruktion der Kurve auf Tafel B verwandt worden sind.

Tabelle 126.

Ameisensäure 70,49 %, **Wasser** 29,51 %.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
9,9	13,5	13,2	18,2	25,5	29,4	32,0	33,4
9,9	13,5	13,9	19,0	25,6	29,6	33,9	34,5
10,0	13,6	15,5	21,0	26,9	30,3	41,9	38,5
10,3	14,1	15,9	21,3	27,5	30,6	43,1	39,1
10,6	14,9	17,0	22,7	27,9	31,0	55,6	43,8
11,0	15,2	18,3	24,0	28,2	31,1	56,1	44,2
11,4	15,8	19,8	25,2	28,6	31,5	57,1	44,6
12,3	17,1	21,4	26,6	28,8	31,7	59,1	45,2
12,7	17,5	21,5	26,7	29,2	31,9	60,7	45,6
13,2	18,0	24,2	28,6	30,1	32,4	65,6	47,2

Nach Einführung der Thermometerkorrektur wurden aus der Kurve die folgenden Werte abgelesen.

Tabelle 127.

Dampfspannkraft eines Gemenges von 70,49 % Ameisensäure und 29,51 % Wasser nach mm. **geordnet.**

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
10	13,4	15	20,3	20	25,2	25	29,1
11	15,2	16	21,4	21	26,1	26	29,8
12	16,6	17	22,5	22	26,9	27	30,4
13	18,0	18	23,4	23	27,7	28	31,1
14	19,2	19	24,3	24	28,4	29	31,7

Tabelle 127 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
30	32,3	38	36,6	46	40,3	54	43,3
31	32,9	39	37,1	47	40,7	55	43,7
32	33,5	40	37,6	48	41,1	56	44,1
33	34,1	41	38,1	49	41,5	57	44,4
34	34,6	42	38,5	50	41,8	58	44,7
35	35,1	43	39,0	51	42,2	59	45,1
36	35,6	44	39,4	52	42,6	60	45,4
37	36,1	45	39,9	53	42,9	61	45,7

Tabelle 128.

Kochpunkte eines Gemenges von 70,49 % **Ameisensäure und** 29,51 % **Wasser nach** °C. **geordnet.**

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
13	9,6	21	15,5	29	24,8	37	38,7
14	10,2	22	16,4	30	26,3	38	40,8
15	10,8	23	17,5	31	27,9	39	43,0
16	11,5	24	18,5	32	29,5	40	45,3
17	12,2	25	19,7	33	31,1	41	47,9
18	13,0	26	20,8	34	33,9	42	50,5
19	13,8	27	22,1	35	34,8	43	53,2
20	14,6	28	23,4	36	36,7	44	56,0

Ameisensäure 49,36 %, **Wasser** 50,64 %.

Siedetemperatur des Gemenges bei 740,0 mm. und 19° C. nach Th. 2080 = 103,8° C. dem entspricht 105,0° C. bei 760 mm. und 0° C.

Von Bh. ist 9,8 abzuziehen.

Die Temperaturmessungen wurden ebenfalls mit Th. 2076 ausgeführt.

Tabelle 130.

Ameisensäure und Wasser.

50,64 % H_2O, 49,36 %, CH_2O_2.

T.	Bv. o.	Bv. u.	B. h.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K red.	B. $\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
5	911,1	174,9	745,3	14,4	748,0	13	746,4	735,7	10,7
5	911,0	174,9	745,4	14,4	748,0	13	746,4	735,7	10,7
6	911,3	174,8	745,6	13,8	747,7	13	746,1	735,8	10,3
6	910,9	175,0	744,6	15,0	747,7	13	746,1	735,0	11,1
8	909,3	176,8	741,5	15,6	744,5	12	743,1	731,5	11,6
4	909,7	176,0	742,5	14,2	745,0	11	743,7	733,2	10,5
6	902,3	183,6	727,6	14,0	729,3	9	728,3	718,0	10,3
5	901,4	185,0	725,4	16,5	729,1	10	727,9	715,8	12,1
5	900,9	185,5	724,3	17,7	729,1	10	727,9	714,8	13,1
5	900,3	186,0	723,3	19,1	729,0	10	727,8	713,7	14,1
4	898,2	187,2	720,1	13,7	722,1	10	720,9	710,6	10,3
7	896,4	190,1	715,2	23,2	724,8	12	723,4	705,4	18,0
3	883,1	202,7	689,3	38,4	724,2	12	722,8	680,0	42,8
8	895,8	190,9	714,0	24,5	724,7	12	723,3	704,0	19,3
8	895,1	191,7	712,4	25,5	724,6	12	723,2	702,4	20,8
8	894,2	192,7	710,7	27,0	724,4	12	723,0	700,6	22,4
8	893,3	193,6	708,9	28,1	724,3	13	722,8	698,8	24,0
5	892,8	193,7	708,3	24,0	719,2	13	717,7	698,6	19,1
5	890,7	195,6	704,4	28,6	720,9	13	719,4	694,7	24,7
4	890,6	195,7	704,1	29,2	721,5	13	720,0	694,5	25,5
4	890,2	196,0	703,4	30,9	723,4	12	722,0	693,8	28,2
3	888,8	197,0	700,8	32,3	722,5	5	721,9	691,4	30,5
3	888,0	197,8	699,4	33,3	722,6	5	722,0	689,9	32,1
3	887,0	198,8	697,3	34,5	723,2	7	722,4	687,9	34,5
3	886,2	199,4	695,9	35,4	723,7	8	722,8	686,5	36,3
3	885,9	199,8	695,0	35,9	723,9	9	722,8	685,7	37,1
3	884,0	201,8	691,1	37,8	724,3	9	723,2	681,8	41,4
3	881,9	204,0	686,5	39,5	724,2	12	722,8	677,4	45,4
4	881,2	204,9	685,3	39,6	722,8	10	721,6	675,8	45,8
4	880,4	205,8	683,4	40,2	722,8	10	721,6	674,1	47,5
4	879,1	207,0	680,8	41,3	722,6	10	721,4	671,5	49,9

Tabelle 130 (Fortsetzung).

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B. \frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
4	896,6	189,2	716,4	19,2	722,2	10	721,0	706,9	14,1
4	896,0	190,0	714,9	20,8	722,3	10	721,1	705,5	15,6
4	895,4	190,7	713,8	22,0	722,3	10	721,1	704,3	16,8
4	894,8	191,4	712,3	23,3	722,3	10	721,1	702,9	18,2

Die in der vorstehenden Tabelle mitgeteilten Beobachtungen folgen nachstehend noch einmal nach den Drucken geordnet.

Tabelle 131.

Ameisensäure 49,36 %, **Wasser** 50,64 %.

Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
10,3	13,7	13,1	17,7	20,8	25,5	36,3	35,4
10,3	13,8	14,1	19,1	22,4	27,4	37,1	35,9
10,3	14,0	14,1	19,2	24,0	28,1	41,4	37,8
10,5	14,2	15,6	20,8	24,7	28,6	42,8	38,4
10,7	14,4	16,8	22,0	25,5	29,2	45,4	39,5
10,7	14,4	18,0	23,2	28,2	30,9	45,8	39,6
11,1	15,0	18,2	23,3	30,5	32,3	47,5	40,2
11,6	15,6	19,1	24,0	32,1	33,3	49,9	41,3
12,1	16,5	19,3	24,5	34,5	34,5		

Aus diesen Werten wurde die auf Tafel B mitgeteilte Kurve konstruirt und nach Anbringung der Thermometerkorrektur als Dampfspannkraft und als Kochpunkte des Gemenges die folgenden Werte abgelesen.

Tabelle 132.

Dampfspannkraft eines Gemenges von 49,36 % **Ameisensäure und** 50,64% **Wasser nach** mm. **geordnet.**

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C
10	13,1	20	25,0	30	32,0	40	37,2
11	14,7	21	25,8	31	32,6	41	37,6
12	16,2	22	26,6	32	33,2	42	38,0
13	17,5	23	27,4	33	33,7	43	38,5
14	18,8	24	28,1	34	34,2	44	38,9
15	20,0	25	28,8	35	34,7	45	39,3
16	21,1	26	29,4	36	35,2	46	39,7
17	22,1	27	30,2	37	35,7	47	40,1
18	23,1	28	30,8	38	36,2	48	40,5
19	24,1	29	31,4	39	36,7	49	40,9
						50	41,3

Tabelle 133.

Kochpunkte eines Gemenges von 49,36 % **Ameisensäure und** 50,64 % **Wasser nach** °C. **geordnet.**

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
°C.	mm.	°C.	mm.	C.	mm.
13	9,9	23	17,8	32	30,0
14	10,5	24	18,9	33	31,8
15	11,1	25	20,0	34	33,6
16	11,8	26	21,2	35	35,5
17	12,5	27	22,5	36	37,5
18	13,3	28	23,9	37	39,6
19	14,1	29	25,3	38	41,9
20	14,9	30	26,8	39	44,2
21	15,8	31	28,3	40	46,6
22	16,8			41	49,1

5. Gemische von Essigsäure mit Wasser.

Auch bei diesen Messungen verbot sich die Anwendung der Quecksilberluftpumpe, ausgeführt wurden dieselben im gleichen Apparat wie die vorhergehenden.

Essigsäure 75,00 %, **Wasser** 25,00 %.

Siedepunkt des Gemenges bei 740,5 mm. und 18 °C. nach Th. 2080 = 103,6 °C., dem entspricht 104,8 °C. bei 760 mm. und 0 °C.

Die Temperaturen wurden mit N. Th. 1386 gemessen.

Bh. tauchte bei 740 mm. bis 10,5 mm. in das Quecksilber, jedem mm. Druckänderung entsprach eine Niveauänderung von 0,015 mm. im Quecksilbergefäss, dieser Aenderung ist hier wie bei den folgenden Beobachtungen über Essigsäure-Wassergemische natürlich Rechnung getragen.

Tabelle 134.

Wasser und Essigsäure.

25,00 % H_2O, 75,00 % $C_2H_4O_2$.

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	°C.
12	936,3	206,6	740,0	16,3	742,3	18,0	740,1	728,1	12,0
13	935,0	207,6	737,9	18,6	741,9	18	739,7	725,8	13,9
12,5	926,5	216,6	720,9	32,3	742,5	21,5	739,9	708,4	31,5
12	927,7	215,3	723,4	30,7	742,6	21,5	740,0	711,1	28,9
12	920,1	223,1	708,0	38,4	742,8	21,0	740,3	695,7	44,6
12	918,1	225,0	704,5	39,8	742,5	19	740,2	692,0	48,2
12	930,8	211,9	729,4	27,1	743,0	21	740,5	717,4	23,1
11	932,4	210,1	732,7	25,0	743,6	18	741,4	720,8	20,6
11	933,7	208,7	735,5	22,6	743,7	18	741,5	723,6	17,9
11	934,1	208,1	736,4	21,6	743,7	19	741,4	724,5	16,9
11	935,0	207,5	737,9	19,9	743,5	19	741,2	726,1	15,1
12	935,6	207,0	739,0	18,6	743,4	20	741,0	727,1	13,9

Tabelle 134 (Fortsetzung).

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	°C.
14	936,5	206,5	740,6	16,0	742,3	18	740,1	728,2	11,9
9	936,1	206,0	740,5	16,1	742,3	14	740,6	728,9	11,7
9,5	935,6	206,5	739,6	17,2	742,1	14	740,4	727,9	12,5
11	929,0	213,5	726,0	28,9	742,1	16	740,2	714,1	26,1
12	930,9	211,7	730,0	26,2	741,9	17	739,9	717,8	22,1
13	932,5	210,5	732,4	24,2	741,9	18	739,7	720,3	19,4
15,5	922,3	221,3	712,3	36,5	741,6	18	739,3	699,4	39,9
15	918,4	225,4	704,2	39,9	741,7	18	739,4	691,4	48,0
15	925,9	217,4	719,2	33,0	741,8	19	739,5	706,7	32,8
15	923,7	219,9	714,5	35,4	741,8	18,5	739,6	702,0	37,6
15	920,9	222,7	709,3	37,8	741,8	18	739,6	696,6	43,0
14	924,6	218,8	716,9	34,5	742,1	17	740,1	704,3	35,8
11,5	928,8	213,7	725,9	29,8	742,8	15	741,0	713,8	27,2
13,5	930,4	212,8	728,1	28,1	742,7	18	740,5	715,9	24,6
17	934,5	209,0	736,0	20,8	742,7	20	739,3	723,4	15,9
17	918,9	225,3	705,0	39,5	741,3	19	739,0	691,6	47,1
16,5	927,0	216,8	721,2	31,7	741,3	20	738,9	708,3	30,6
16	935,7	207,8	738,2	17,8	741,1	19	738,8	725,8	13,0

Nach Drucken geordnet ergiebt sich aus den mitgeteilten Beobachtungen die folgende

Tabelle 135.

Essigsäure 75,00 %, **Wasser** 25,00 %.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
11,7	16,1	15,9	20,8	24,6	28,1	35,8	34,5
11,9	16,0	16,9	21,6	26,1	28,9	37,6	35,4
12,0	16,3	17,9	22,6	27,2	29,8	39,9	36,5
12,5	17,2	19,4	24,2	28,9	30,7	43,0	37,8
13,0	17,8	20,6	25,0	30,6	31,7	44,6	38,4
13,9	18,6	22,1	26,2	31,5	32,3	47,1	39,5
13,9	18,6	23,1	27,1	32,8	33,0	48,0	39,8
15,1	19,9					48,2	39,9

Nach diesen Beobachtungen wurde die Kurve in Tafel B konstruirt und aus dieser Kochpunkte und Spannkräfte abgelesen, wie sie nach Einführung der Thermometerkorrektur unten folgen.

Tabelle 136.

Dampfspannkraft eines Gemenges von 75,0 % Essigsäure und 25,0 % Wasser nach mm. geordnet.

Druck.	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
12	16,3	22	26,0	32	32,5	42	37,2
13	17,7	23	26,8	33	33,0	43	37,7
14	18,7	24	27,5	34	33,5	44	38,1
15	19,8	25	28,2	35	34,0	45	38,5
16	20,8	26	28,9	36	34,5	46	39,0
17	21,8	27	29,5	37	35,0	47	39,4
18	22,7	28	30,2	38	35,4	48	39,8
19	23,5	29	30,8	39	35,9	49	40,2
20	24,4	30	31,4	40	36,4	50	40,6
21	25,2	31	31,9	41	36,8	51	41,0

Tabelle 137.

Kochpunkte eines Gemenges von 75,00 % Essigsäure und 25,00 % Wasser nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
16	11,8	22	17,3	28	24,6	34	34,9
17	12,6	23	18,4	29	26,1	35	37,0
18	13,4	24	19,5	30	27,7	36	39,1
19	14,3	25	20,7	31	29,3	37	41,3
20	15,2	26	21,9	32	31,1	38	43,5
21	16,2	27	23,2	33	32,9	39	46,0
						40	48,5

Essigsäure 50,95 %, **Wasser** 49,05 %.

Siedepunkt des Gemenges bei 740,6 mm. und 18 °C. nach Th. 2080 = 101,0 °C. = 102,2 °C. bei 760 mm. 0 °C. Die Temperaturen wurden mit N. Th. 1386 gemessen. Von Bh. gilt das, was Seite 850 gesagt wurde.

Tabelle 138.

Essigsäure und Wasser.

49,05 % H_2O, 50,95 % $C_2H_4O_2$.

T.	Bv. o.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B. \frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
13	933,5	209,5	734,5	15,6	736,7	19	734,4	722,4	12,0
13	926,7	216,9	720,4	28,1	736,9	19	734,6	708,2	26,4
13	930,8	212,7	728,5	22,1	736,7	19	734,4	716,4	18,0
13	931,9	211,8	730,7	20,2	736,9	20	734,5	718,6	15,9
11	932,9	209,8	733,1	18,8	737,7	14	736,1	724,5	14,6
12	921,6	221,6	710,7	34,4	737,9	15	736,1	698,5	37,6
12	918,4	224,4	705,7	36,7	738,1	17	736,1	693,3	42,8
11	919,6	223,7	706,9	35,8	737,8	19	735,5	694,7	40,8
11	914,9	228,5	698,0	39,5	737,8	19	735,5	685,5	50,0
11	917,5	226,1	703,0	37,5	737,8	20	735,4	690,5	44,9
12	925,7	217,7	718,9	29,8	737,9	20	735,5	706,6	28,9
12	926,5	216,7	720,6	28,8	738,0	20	735,6	708,4	27,2
12	928,0	215,2	723,5	26,8	737,9	20	735,5	711,4	24,1
9	929,3	213,4	726,3	24,6	737,7	14	736,0	714,8	21,2
10	928,9	213,9	725,6	25,2	737,7	16	735,8	713,8	22,0
10	924,5	218,5	716,8	30,9	737,6	16	735,7	704,9	30,8
11	925,7	217,4	719,4	29,2	737,6	18	735,5	707,2	28,3
11	930,9	212,0	729,4	21,3	737,2	19	734,9	717,5	17,4
12	932,2	210,9	731,9	18,9	737,1	20	734,8	719,9	14,9
12	932,6	210,3	732,8	17,7	737,2	20	734,9	720,9	14,0
11	933,6	209,4	734,7	15,6	737,1	19	734,8	722,8	12,0
11	933,1	209,7	733,9	16,6	737,2	18	734,9	722,0	12,9
11	929,9	212,8	727,8	23,5	737,8	19	735,7	715,9	19,8
12	922,7	220,5	713,5	32,9	738,0	19	735,7	701,1	34,6
11	915,8	227,5	699,7	39,0	738,1	18	735,8	687,3	48,5
10	917,6	225,5	703,3	37,4	737,7	18	735,6	691,1	44,5

In der folgenden Tabelle geben wir die Beobachtungen nach mm. geordnet noch einmal wieder, wie dieselben zur Konstruktion der Kurve in Tafel B verwendet wurden.

Tabelle 139.

Wasser 49,05 %, **Essigsäure** 50,95 %.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
12	15,6	19,8	23,5	30,8	30,9
12	15,6	21,2	24,6	34,6	32,9
12,9	16,6	22,0	25,2	37,6	34,4
14,0	17,7	24,1	26,8	40,8	35,8
14,6	18,8	26,4	28,1	42,8	36,7
14,9	18,9	27,2	28,8	44,5	37,4
15,9	20,2	28,3	29,2	44,9	37,5
17,4	21,3	28,9	29,8	48,5	39,0
18,0	22,1			50,0	39,5

Aus der nach diesen Zahlen konstruirten Kurve wurden die unten folgenden Dampfspannkräfte und Kochpunkte, bei welchen der Thermometerkorrektur Rechnung getragen ist, abgelesen.

Tabelle 140.

Dampfspannkraft eines Gemenges von 50,95 % **Essigsäure und** 49,05 % **Wasser nach** mm. **geordnet.**

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
12	15,2	16	20,0	20	23,6	24	26,6
13	16,5	17	20,9	21	24,4	25	27,3
14	17,8	18	21,9	22	25,1	26	28,0
15	18,9	19	22,7	23	25,9	27	28,6

Tabelle 140 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
28	29,2	34	32,5	40	35,3	46	37,9
29	29,8	35	33,0	41	35,8	47	38,3
30	30,3	36	33,5	42	36,2	48	38,7
31	30,9	37	34,0	43	36,7	49	39,1
32	31,4	38	34,4	44	37,1	50	39,5
33	32,0	39	34,9	45	37,5	51	39,9

Tabelle 141.

Kochpunkte eines Gemenges von 50,95 % Essigsäure und 49,05 % Wasser nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
15	11,9	24	20,5	33	35,0
16	12,6	25	21,8	34	37,0
17	13,4	26	23,1	35	39,1
18	14,2	27	24,5	36	41,3
19	15,1	28	26,0	37	43,7
20	16,0	29	27,6	38	46,1
21	17,0	30	29,3	39	48,6
22	18,1	31	30,1	40	51,2
23	19,3	32	33,0	41	53,8

Essigsäure 19,95 %, **Wasser** 80,05 %.

Siedepunkt des Gemenges bei 741,0 mm. und 18 °C. nach Th. 2080 = 99,7 °C., dem entspricht 100,9 °C. bei 760 mm. und 0 °C.

Die Temperaturen wurden mit Th. 1386 gemessen. Von Bh. gilt das auf Seite 850 gesagte.

Tabelle 142.

Essigsäure und Wasser.

80,05 % H_2O, 19,95 % $C_2H_4O_2$.

T.	Bv.	Bv. u.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
9	935,8	206,8	739,0	13,4	740,0	15	738,2	727,7	10,5
10	935,5	207,2	738,5	13,9	740,2	17	738,2	726,9	11,3
10	932,5	210,2	732,7	20,2	739,9	18	737,7	720,9	16,8
11	932,8	209,8	733,0	19,2	739,4	18,5	737,2	721,3	15,9
10,5	925,4	217,7	718,4	30,0	739,2	18,5	737,0	706,4	30,6
11	919,7	223,7	707,3	35,6	739,1	19	736,8	695,0	41,8
11	923,4	220,1	714,1	32,4	739,4	19	737,1	702,0	35,1
10	928,0	214,6	724,2	27,6	740,7	15	738,9	712,3	26,6
11	926,1	216,8	720,5	29,9	740,7	17	738,7	708,2	30,5
11	929,9	212,9	727,6	25,3	740,8	18	738,6	715,6	23,0
11,5	930,3	212,5	728,5	24,6	740,9	18	738,7	716,4	22,3
11	933,0	209,8	733,8	20,4	741,2	19	738,9	721,8	17,1
11	918,1	225,4	704,0	37,8	741,4	18	739,2	691,7	47,5
11	917,8	225,6	703,5	38,0	741,7	19	739,4	691,2	48,2
11	923,8	219,0	715,8	34,0	744,4	18	742,2	703,6	38,6
11	923,0	220,1	714,0	34,8	744,4	19	742,1	701,6	40,5
11	921,6	221,6	710,9	36,1	744,4	19	742,1	698,8	43,3
10,5	917,5	225,8	702,6	39,2	744,5	18,5	742,3	691,1	51,7
11	936,8	206,2	740,9	16,6	744,6	18	742,4	729,1	13,3
10,5	936,4	206,6	740,0	17,4	744,8	19	742,5	728,4	14,1
9,5	937,4	205,4	742,6	16,9	746,6	17	744,5	730,8	13,7
10	938,4	204,1	744,9	14,2	746,7	18	744,5	733,1	11,4
11	937,9	204,7	743,9	15,4	746,7	20	744,3	731,9	12,4
11	936,8	205,9	741,3	18,0	746,5	20	744,1	729,5	14,6
12	934,6	208,3	736,9	22,0	745,8	18	743,6	724,8	18,8
12,5	934,0	209,0	735,8	22,9	745,7	18	743,5	723,5	20,0
12	931,7	201,4	731,6	26,3	745,9	20,5	743,4	718,8	24,6
12,5	929,6	213,5	726,9	28,8	745,7	21,5	743,1	714,7	28,4
12	919,0	234,2	705,9	38,4	745,7	22	743,0	693,6	49,4

Die nachfolgende Tabelle giebt die Beobachtungen noch einmal wieder, wie sie nach den Drucken geordnet zur Konstruktion der Kurve in Tafel B verwendet wurden.

Tabelle 143.

Essigsäure 19,95 %, **Wasser** 80,05 %.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
10,5	13,4	17,1	20,4	30,6	30,0
11,3	13,9	18,8	22,0	35,1	32,4
11,4	14,2	20,0	22,9	38,6	34,0
12,4	15,4	22,3	24,6	40,5	34,8
13,3	16,6	23,0	25,3	41,8	35,6
13,7	16,9	24,6	26,3	43,3	36,1
14,1	17,4	26,6	27,6	47,5	37,8
14,6	18,0	28,4	28,8	48,2	38,0
15,9	19,2	30,5	29,9	49,4	38,4
16,8	20,2			51,7	39,2

Aus der Kurve konnten die folgenden Werte abgelesen werden, wie dieselben nach Anbringung der Thermometerkorrektur unten folgen.

Tabelle 144.

Dampfspannkraft eines Gemenges von 19,95 % Essigsäure und 80,05 % Wasser nach mm. **geordnet.**

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
11	13,4	16	19,3	21	23,6	26	27,1
12	14,8	17	20,3	22	24,3	27	27,8
13	15,1	18	21,2	23	25,1	28	28,4
14	17,3	19	22,0	24	25,8	29	29,1
15	18,3	20	22,8	25	26,5	30	29,6

Tabelle 144 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm	°C.
31	30,1	36	32,7	41	35,0	46	37,1
32	30,7	37	33,2	42	35,4	47	37,4
33	31,2	38	33,7	43	35,9	48	37,9
34	31,8	39	34,1	44	36,3	49	38,3
35	32,2	40	34,6	45	36,7	50	38,7
						51	39,0

Tabelle 145.

Kochpunkte eines Gemenges von 19,95 % **Essigsäure und** 80,05 % **Wasser nach** °C. **geordnet.**

Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.	Temp.	Druck.
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
13	10,8	20	16,9	27	25,8	34	38,8
14	11,5	21	17,9	28	27,3	35	41,0
15	12,2	22	19,0	29	28,9	36	43,3
16	13,1	23	20,2	30	30,7	37	45,8
17	13,9	24	21,5	31	32,5	38	48,3
18	14,8	25	22,9	32	34,5	39	51,0
19	15,9	26	24,3	33	36,6	40	53,8

Säuregemische.

Gemische von zwei Säuren.

Das eigentümliche und gesonderte Verhalten, das die Gemische von Ameisensäure und Wasser zeigten, liessen es wünschenswert erscheinen, noch andere Stoffe, deren Siedepunkte wenig von einander verschieden, in bestimmten Verhältnissen zu mischen und dann auf ihr

Verhalten gegen Druckänderung zu studiren, um so mehr, als wie schon betont, derartige Untersuchungen bisher überhaupt noch nicht vorgenommen waren.

Wir wählten dazu

5. Gemenge von Monochloressigsäure und Normal-Valeriansäure,

die in drei verschiedenen Mischungsverhältnissen untersucht wurden. Die Messungen wurden sämmtlich im Apparat Tafel 12 ausgeführt, der, um zu tieferen Drucken zu gelangen, auch mit der Quecksilberluftpumpe ausgepumpt wurde.

Die Temperaturmessungen wurden in allen Fällen bis zur Temperatur 80° C. mit N. Th. 817, von da bis zu Ende mit Th. K. I. ausgeführt. Zur Bestimmung der Siedepunkte bei gewöhnlichem Druck diente N. Th. 1396. In allen Fällen tauchten beide Barometer in weite Gefässe und ist stets von Bv. 12,5 mm., von Bh. 8,0 mm. abzuziehen.

Der Siedepunkt der angewandten Monochloressigsäure war bestimmt zu 188,9 corr., der der Normal-Valeriansäure zu 184,3° C. corr.[1])

Monochloressigsäure 75,08 %, **Normalvaleriansäure** 24,92 %.

Siedepunkt des Gemenges nach N. Th. 1396 bei 741,2 mm. und 21° C. = 185,2° C., das giebt 185,8° C. corr.

---

[1]) Die Siedepunkte liegen nicht so nahe bei einander wie wir gewünscht hätten; jedoch ergab sich das erst später. Wir hatten die Monochloressigsäure gewählt wegen der Angabe von Carnelley, der 183,9 °C. als Siedepunkt angiebt. Melting and Boiling Point Tabels T. II, pag. 357.

Tabelle 146.

Monochloressigsäure und Normal-Valeriansäure.

$C_2H_3ClO_2$ 75,08 %, $C_5H_{10}O_2$ 24,92 %.

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm,	°C.	mm.	mm.	mm.
25	738,3	734,0	86,6	737,9	23	735,2	722,8	12,4
25	737,1	732,8	88,2	737,9	23	735,2	731,6	13,6
25	736,1	731,8	89,6	737,9	23	735,2	720,6	14,6
25	734,7	730,2	91,4	738,1	23	735,4	719,1	16,3
25	733,3	729,0	92,9	738,1	23	735,4	717,8	17,6
25	732,2	727,9	94,0	738,1	23	735,4	716,7	18,7
25	730,7	726,2	95,4	737,9	22	735,3	715,1	20,2
25	729,5	725,0	96,3	737,9	22	735,3	713,9	21,4
25	728,4	723,9	97,3	737,9	22	735,3	712,8	22,5
25	727,0	722,6	98,4	737,9	22	735,3	711,5	23,8
25	725,9	721,5	99,4	738,0	22	735,4	710,4	25,0
25	725,0	720,6	100,0	737,8	22	735,2	709,5	25,7
25	724,0	719,7	100,7	737,8	22	735,2	708,5	26,7
25	722,4	718,0	101,8	737,8	22	735,2	706,9	28,3
25	721,1	716,8	102,8	738,3	22	735,7	705,6	30,1
25	720,0	715,7	103,7	738,4	22	735,8	704,5	31,3
25	718,8	714,4	104,4	738,2	22	735,6	703,4	32,2
25	717,7	713,1	105,1	738,2	22	735,6	702,1	33,5
25	715,7	711,4	106,1	738,1	22	735,5	700,3	35,2
23	716,5	712,2	106,0	739,2	21	736,7	701,3	35,4
23	714,9	710,6	107,1	739,3	21	736,8	699,7	37,1
23	713,7	709,3	107,8	739,3	21	736,8	698,5	38,3
23	712,1	707,8	108,6	739,3	21	736,8	696,9	39,9
23	710,1	705,8	109,6	739,3	21	736,8	694,9	41,9
23	708,2	703,9	110,5	739,3	21	736,8	692,0	43,8
23	706,2	702,0	111,4	739,3	21	736,8	691,1	45,7
23	704,4	700,2	112,3	739,4	21	736,9	689,2	47,7
23	702,6	698,3	113,1	739,4	21	736,9	687,4	49,5
23	700,4	696,0	114,1	739,5	21	737,0	685,3	51,7
23	698,2	693,8	114,9	739,5	21	737,0	683,1	53,9
23	695,7	691,2	115,8	739,5	21	737,0	680,5	56,5
23	693,0	688,6	116,8	739,5	21	737,0	677,9	59,1

Tabelle 146 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
23	691,8	687,3	117,2	739,5	21	737,0	676,6	60,4
23	688,9	684,5	118,2	739,5	21	737,0	673,8	63,2
22	748,6	744,0	68,8	739,8	21	737,3	733,2	4,1
22	748,0	743,6	70,5	739,8	21	737,3	732,8	4,5
22	747,4	742,9	72,9	739,9	21	737,4	732,1	5,3
22	746,8	742,3	74,8	740,0	21	737,5	731,5	6,0
22	746,1	741,7	76,4	740,0	21	737,5	730,9	6,6
22	745,3	740,9	82,2	740,0	21	737,5	730,1	7,4
22	744,6	740,1	79,9	740,1	21	737,6	729,3	8,3
22	743,5	739,0	82,0	740,1	21	737,6	728,2	9,4
22	742,5	738,0	83,8	740,2	21	737,7	727,2	10,5
22	741,6	737,1	85,2	740,3	21	737,8	726,3	11,5
22	740,6	736,1	86,8	740,4	21	737,9	725,3	12,6

Nach den Drucken geordnet ergeben sich folgende Beobachtungen, aus denen die Kurve auf Tafel C konstruirt wurde.

Tabelle 147.

Monochloressigsäure 75,08 %, **Normal-Valeriansäure** 24,92 %.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
4,1	68,8	12,6	86,6	25,7	100,0	39,9	108,6
4,5	70,5	13,6	88,2	26,7	100,7	41,9	109,6
5,3	72,9	14,6	89,6	28,3	101,8	43,8	110,5
6,0	74,8	16,3	91,4	30,1	102,8	45,7	111,4
6,6	76,4	17,6	92,9	31,3	103,7	47,7	112,3
7,4	78,2	18,7	94,0	32,2	104,4	49,5	113,1
8,3	79,9	20,2	95,4	33,5	105,1	51,7	114,1
9,4	82,0	21,4	96,3	35,2	106,1	53,9	114,9
10,5	83,8	22,5	97,3	35,4	106,0	56,5	115,8
11,5	85,2	23,8	98,4	37,1	107,1	59,1	116,8
12,4	86,8	25,0	99,4	38,3	107,8	60,4	117,2
						63,2	118,2

Aus der Kurve wurden die folgenden Werte abgelesen.

Tabelle 148.

Dampfspannkraft eines Gemenges von 75,08 % Monochloressigsäure und 24,92 % Normal-Valeriansäure nach mm. geordnet.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C	mm.	°C.	mm.	°C.
4,5	69,6	17	92,2	33	104,8	49	112,9
5	71,6	18	93,3	34	105,4	50	113,3
5,5	73,4	19	94,2	35	105,9	51	113,7
6	74,8	20	95,1	36	106,5	52	114,1
6,5	76,2	21	96,1	37	107,1	53	114,5
7	77,4	22	97,0	38	107,6	54	114,9
7,5	78,5	23	97,8	39	108,1	55	115,3
8	79,5	24	98,6	40	108,6	56	115,7
8,5	80,4	25	99,4	41	109,1	57	116,0
9	81,4	26	100,1	42	109,6	58	116,4
10	83,1	27	101,0	43	110,1	59	116,8
11	84,7	28	101,7	44	110,6	60	117,1
12	86,1	29	102,3	45	111,0	61	117,5
13	87,4	30	103,0	46	111,5	62	117,8
14	88,7	31	103,6	47	112,0	63	118,2
15	89,8	32	104,2	48	112,4	64	118,5
16	91,0					65	118,8

Tabelle 149.

Kochpunkte eines Gemenges von 75,08 % Monochloressigsäure und 24,92 % Normal-Valeriansäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
65	3,2	68	3,8	71	4,7	74	5,6
66	3,4	69	4,1	72	5,0	75	6,0
67	3,6	70	4,4	73	5,3	76	6,4

Tabelle 149 (Fortsetzung).

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
77	6,8	87	12,7	97	22,0	107	37,0
78	7,3	88	13,4	98	23,2	108	38,9
79	7,8	89	14,3	99	24,5	109	40,8
80	8,3	90	15,1	100	25,8	110	42,8
81	8,8	91	16,0	101	27,1	111	44,9
82	9,4	92	16,9	102	28,5	112	47,0
83	10,0	93	17,8	103	30,1	113	49,3
84	10,6	94	18,8	104	31,7	114	51,7
85	11,2	95	19,8	105	33,4	115	54,2
86	11,9	96	20,9	106	35,1		

Monochloressigsäure 45,53 %, **Normal-Valeriansäure** 54,47 %.

Der Siedepunkt wurde beobachtet bei 741,2 mm. und 21 °C. mit N. Th. 1396 = 184,8 °C., dem entspricht 185,4 °C. bei 760 mm. 0 °C.

Tabelle 150.

Monochloressigsäure und Normal-Valeriansäure.

$C_2H_3ClO_2$ 45,53 %, $C_5H_{10}O_2$ 54,47 %.

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
30	743,4	739,0	87,0	743,1	24	740,2	727,2	13,0
30	742,1	737,8	88,5	743,0	24	740,1	725,9	14,2
30	740,9	736,4	90,0	743,0	24	740,1	724,6	15,5
30	739,8	735,3	91,2	742,9	24	740,0	723,5	16,5
30	739,0	734,7	91,9	742,9	24	740,0	722,8	17,2
30	737,9	733,4	93,2	742,9	24	740,0	721,6	18,4
30	736,4	732,0	94,4	742,8	24	739,9	720,2	19,7
30	734,9	730,0	95,9	742,8	24	739,9	718,7	21,2
30	734,0	729,6	96,7	742,9	25	739,9	717,9	22,0
30	733,0	728,7	97,4	742,9	25	739,9	716,9	23,0
30	731,9	727,6	98,3	742,9	25	739,9	715,8	24,1

Tabelle 150 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}red.$	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
30	731,0	726,8	98,9	742,9	25	739,9	715,0	24,9
30	729,4	725,0	100,0	742,9	25	739,9	713,3	26,6
30	727,2	722,9	101,5	742,9	25	739,9	711,1	28,8
30	725,4	721,1	102,6	742,8	25	739,8	709,3	30,5
30	724,1	719,8	103,4	742,7	25	739,7	708,0	31,7
30	722,0	717,8	104,6	742,7	25	739,7	706,0	33,7
30	720,1	715,9	105,8	742,8	25	739,8	704,1	35,7
29	718,1	713,9	106,8	742,8	25	739,8	702,3	37,5
29	716,1	711,9	107,8	742,8	25	739,8	700,3	39,5
29	714,0	709,9	109,0	742,8	25	739,8	698,2	41,6
25	713,8	709,5	109,2	743,6	23	740,8	698,4	42,4
25	711,9	707,5	110,2	743,6	23	740,8	696,5	44,3
26	710,1	705,9	111,0	743,6	23	740,8	694,7	46,1
26	708,0	703,8	112,0	743,6	23	740,8	692,6	48,2
26	706,1	701,9	112,8	743,6	23	740,8	690,8	50,0
26	704,4	700,2	113,6	743,6	23	740,8	689,0	51,8
26	702,0	697,9	114,4	743,5	24	740,6	686,6	54,0
26	700,4	696,0	115,2	743,4	24	740,5	684,9	55,6
27	698,1	693,7	116,0	743,4	24	740,5	682,5	58,0
27	695,7	691,2	116,8	743,5	24	740,6	680,0	60,6
27	692,6	688,0	117,8	743,3	24	740,4	676,8	63,6
28	753,7	749,1	54,2	742,2	24	739,3	737,5	1,8
28	753,4	748,9	58,6	742,4	24	739,5	737,3	2,2
27	752,7	748,1	61,6	742,2	24	739,3	736,6	2,7
27	751,2	746,8	66,4	741,8	24	738,9	735,3	3,6
27	750,5	746,0	70,2	742,4	24	739,5	734,5	5,0
27	747,9	743,4	76,6	742,0	24	739,1	732,0	7,1
27	746,2	741,9	79,4	741,9	24	739,0	730,4	8,6
27	744,8	740,1	82,1	741,8	24	738,9	728,8	10,1
27	743,4	738,9	84,2	741,6	24	738,7	727,5	11,2
27	742,9	738,4	86,0	742,2	24	739,3	727,0	12,3
27	741,9	737,5	87,9	742,7	24	739,8	726,1	13,7
27	740,3	736,0	89,9	742,8	24	739,9	724,5	15,4

Aus diesen Beobachtungen wurden die nachstehend nach den Drucken geordneten Werte abgeleitet und aus diesen die Kurve in Tafel C konstruirt.

Tabelle 151.

Monochloressigsäure 45,53 %, **Normal-Valeriansäure** 54,47 %.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
1,8	54,2	13,7	87,9	24,1	98,3	42,4	109,2
2,2	58,6	14,2	88,5	24,9	98,9	44,3	110,2
2,7	61,6	15,4	89,9	26,6	100,0	46,1	111,0
3,6	66,4	15,5	90,0	28,8	101,5	48,2	112,0
5,0	70,2	16,5	91,2	30,5	102,6	50,0	112,8
7,1	76,6	17,2	91,9	31,7	103,4	51,8	113,6
8,6	79,4	18,4	93,2	33,7	104,6	54,0	114,4
10,1	82,1	19,7	94,4	35,7	105,8	55,6	115,2
11,2	84,2	21,2	95,9	37,5	106,8	58,0	116,0
12,3	86,0	22,0	96,7	39,5	107,8	60,6	116,8
13,0	87,0	23,0	97,4	41,6	109,0	63,6	117,8

Aus der Kurve wurden für die Spannkräfte und Kochpunkte die folgenden Werte abgelesen.

Tabelle 152.

Dampfspannkraft eines Gemenges von 54,53 % **Monochloressigsäure und** 45,47 % **Normal-Valeriansäure nach** mm. **geordnet.**

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
2	56,7	4	67,5	6	73,6	10	82,1
2,5	60,8	4,5	69,0	7	76,1	11	83,9
3	63,6	5	70,7	8	78,3	12	85,5
3,5	65,7	5,5	72,2	9	80,2	13	87,0

Tabelle 152 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
14	88,3	27	100,4	40	108,1	53	114,0
15	89,5	28	101,0	41	108,6	54	114,4
16	90,6	29	101,7	42	109,1	55	114,8
17	91,7	30	102,3	43	109,6	56	115,2
18	92,8	31	102,9	44	110,0	57	115,5
19	93,8	32	103,5	45	110,5	58	115,9
20	94,8	33	104,2	46	111,0	59	116,2
21	95,7	34	104,7	47	111,4	60	116,6
22	96,6	35	105,3	48	111,9	61	116,9
23	97,4	36	105,9	49	112,4	62	117,3
24	98,3	37	106,5	50	112,8	63	117,6
25	98,9	38	107,0	51	113,2	64	118,0
26	99,7	39	107,6	52	113,6	65	118,3

Tabelle 153.

Kochpunkte eines Gemenges von 54,53 % Monochloressigsäure und 45,47 % Normal-Valeriansäure nach °C. geordnet.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
60	2,4	74	6,2	88	13,8	102	29,5
61	2,5	75	6,6	89	14,6	103	31,0
62	2,7	76	7,0	90	15,4	104	32,7
63	2,9	77	7,4	91	16,3	105	34,4
64	3,1	78	7,8	92	17,3	106	36,1
65	3,3	79	8,3	93	18,2	107	37,9
66	3,6	80	8,8	94	19,2	108	39,8
67	3,9	81	9,3	95	20,2	109	41,8
68	4,2	82	9,9	96	21,3	110	43,9
69	4,4	83	10,4	97	22,4	111	46,0
70	4,7	84	11,0	98	23,7	112	48,2
71	5,1	85	11,7	99	25,0	113	50,6
72	5,4	86	12,3	100	26,4	114	52,9
73	5,8	87	13,0	101	27,9	115	55,4

Monochloressigsäure 25,46 % **und Normal-Valeriansäure** 74,54 %.

Der Siedepunkt wurde beobachtet bei 741,2 mm. und 21° C. mit N. Th. 1396 = 184,3° C., dem entspricht 184,9° C. bei 760 mm. und 0 °C.

Tabelle 154.

Monochloressigsäure und Normal-Valeriansäure.

Monochloressigsäure 25,46 %, Normal-Valeriansäure 74,54 %.

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
23	751,5	747,0	62,7	741,4	20	739,0	736,1	2,9
23	751,0	746,5	64,9	741,4	20	739,0	735,6	3,4
23	749,6	745,1	67,8	741,2	20	738,8	734,2	4,6
21	742,6	738,0	85,4	741,7	19	739,4	727,3	12,1
21	741,2	736,7	87,0	741,5	19	739,2	726,0	13,2
22	739,9	735,4	88,6	741,4	19	739,1	724,6	14,5
22	739,0	734,5	89,9	741,4	19	739,1	723,7	15,4
22	738,1	733,6	90,7	741,4	19	739,1	722,8	16,3
23	737,0	732,6	91,8	741,4	19	739,1	721,7	17,4
23	736,1	731,7	92,8	741,4	19	739,1	720,8	18,3
23	734,9	731,4	94,1	741,4	19	739,1	719,5	19,6
23	734,0	729,5	94,9	741,4	19	739,1	718,6	20,5
23	733,1	728,7	95,5	741,4	19	739,1	717,8	21,3
23	732,2	727,8	96,3	741,4	19	739,1	716,9	22,2
24	731,2	726,9	97,0	741,3	19	739,0	715,8	23,2
24	729,0	724,4	98,7	740,9	21	738,4	713,4	25,0
24	727,8	723,2	99,6	740,9	21	738,4	712,2	26,2
24	726,7	722,2	100,3	740,9	21	738,4	711,2	27,2
24	725,9	721,4	101,0	740,9	21	738,4	710,4	28,0
24	724,0	719,7	102,1	740,9	21	738,4	708,6	29,8
24	722,7	718,3	103,0	740,9	21	738,4	707,3	31,1
24	721,2	716,9	103,8	740,9	21	738,4	705,9	32,5

Tabelle 154 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B \frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
24	719,9	715,5	104,7	741,0	21	738,5	704,6	33,9
24	718,1	713,8	105,6	741,0	20	738,6	702,8	35,8
24	716,5	712,1	106,5	741,0	20	738,6	701,2	37,4
24	715,1	710,8	107,3	741,0	20	738,6	699,8	38,8
24	713,9	709,5	108,0	741,0	20	738,6	698,6	40,0
24	711,8	707,2	109,0	741,1	20	738,7	696,3	42,4
23	710,0	705,5	109,9	741,1	20	738,7	694,7	44,0
23	707,1	702,8	111,1	741,2	20	738,8	691,9	46,9
23	705,0	700,7	112,1	741,2	20	738,8	689,8	49,0
23	702,9	698,6	113,0	741,3	20	738,9	687,7	51,2
23	700,3	695,5	114,0	741,3	20	738,9	685,2	53,7
23	697,8	693,1	114,9	741,3	20	738,9	682,5	56,4
23	695,1	690,6	115,7	741,3	20	738,9	679,9	59,0
23	692,5	687,9	116,6	741,3	20	738,9	677,2	61,7
23	689,3	684,9	117,8	741,3	20	738,9	674,2	64,7
24	751,1	746,6	68,8	742,7	20	740,3	735,5	4,8
24	750,2	745,8	71,4	742,6	20	740,2	734,7	5,5
25	749,5	745,0	73,7	742,6	20	740,2	733,8	6,4
25	749,0	744,5	75,2	742,7	20	740,3	733,3	7,0
25	747,9	743,4	78,2	742,7	20	740,3	732,2	8,1
25	746,8	742,3	80,4	742,7	20	740,3	731,1	9,2
25	745,9	741,4	81,8	742,7	20	740,3	730,2	10,1
25	744,5	740,0	84,2	742,7	20	740,3	728,8	11,5

Aus diesen Beobachtungen wurde, nachdem dieselben, wie das die folgende Tabelle zeigt, nach den Drucken geordnet waren, die Kurve auf Tafel C. konstruirt.

Tabelle 155.

Monochloressigsäure 25,46 %, **Normal-Valeriansäure** 74,54 %.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
2,9	62,7	12,1	85,4	23,2	97,0	38,8	107,3
3,4	64,9	13,2	87,0	25,0	98,7	40,0	108,0
4,6	67,8	14,5	88,6	26,2	99,6	42,4	109,0
4,8	68,8	15,4	89,9	27,2	100,3	44,0	109,9
5,5	71,4	16,3	90,7	28,0	101,0	46,9	111,1
6,4	73,7	17,4	91,8	29,8	102,1	49,0	112,1
7,0	75,2	18,3	92,8	31,1	103,0	51,2	113,0
8,1	78,2	19,6	94,1	32,5	103,8	53,7	114,0
9,2	80,4	20,5	94,9	33,9	104,7	56,4	114,9
10,1	81,8	21,5	95,5	34,8	105,6	59,0	115,7
11,5	84,2	22,2	96,3	37,4	106,5	61,7	116,6
						64,7	117,8

Aus der Kurve wurden für die Spannkräfte und Kochpunkte folgende Werte abgelesen.

Tabelle 156.

Dampfspannkraft eines Gemenges von 25,46 % **Monochloressigsäure und** 74,54 % **Normal-Valeriansäure nach** mm. **geordnet.**

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
3	61,2	7	75,4	15	89,2	23	97,1
3,5	63,9	8	77,7	16	90,3	24	97,9
4	66,1	9	79,8	17	91,4	25	98,7
4,5	68,1	10	81,7	18	92,5	26	99,4
5	69,8	11	83,5	19	93,5	27	100,2
5,5	71,4	12	85,1	20	94,5	28	100,9
6	72,8	13	86,6	21	95,4	29	101,6
6,5	74,1	14	88,0	22	96,3	30	102,3

Tabelle 156 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
31	102,9	40	107,9	49	111,9	58	115,3
32	103,5	41	108,3	50	112,3	59	115,7
33	104,1	42	108,8	51	112,7	60	116,1
34	104,7	43	109,3	52	113,1	61	116,4
35	105,2	44	109,7	53	113,5	62	116,7
36	105,8	45	110,2	54	113,9	63	117,1
37	106,3	46	110,6	55	114,2	64	117,4
38	106,8	47	111,1	56	114,6	65	117,7
39	107,4	48	111,5	57	115,0	66	118,1
						67	118,4

Tabelle 157.

Kochpunkte eines Gemenges von 25,46 % **Monochloressigsäure und** 75,54 % **Normal-Valeriansäure nach** °C. **geordnet.**

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
65	3,8	78	8,2	91	16,6	104	32,8
66	4,0	79	8,6	92	17,5	105	34,6
67	4,2	80	9,1	93	18,5	106	36,4
68	4,5	81	9,7	94	19,5	107	38,4
69	4,8	82	10,2	95	20,6	108	40,4
70	5,1	83	10,8	96	21,7	109	42,4
71	5,4	84	11,3	97	22,9	110	44,6
72	5,7	85	11,9	98	24,1	111	46,9
73	6,0	86	12,6	99	25,4	112	49,3
74	6,4	87	13,3	100	26,8	113	51,8
75	6,8	88	14,0	101	28,1	114	54,3
76	7,2	89	14,8	102	29,6	115	57,0
77	7,7	90	15,7	103	31,2		

Kahlbaum und **Schröter.**

6. Gemische von Normalen- und Iso-Fettsäuren. Gemische von zwei Säuren.

Es sollte noch das Verhalten von Säuregemischen, deren Komponenten Normale- oder Iso-Fettsäuren bildeten, untersucht werden. Auch diese Untersuchungen wurden im Apparat Tafel 12 vorgenommen, jedoch nur bis zu der mit der Wasserpumpe erreichbaren Grenze.

Essigsäure + Buttersäure.

Das oben angeführte erste untersuchte Gemisch siedete bei 738,2 mm. und 17° C. nach Th. 2080 bei 136,8° C., dem entspricht 137,8° C. bei 760 mm. und 0° C. Die Säuren waren im Verhältniss ihrer Molekulargewichte gemischt und siedete die angewandte Essigsäure bei 118,7 °C. korr., die Buttersäure bei 163,7 °C. korr., würde keinerlei Einwirkung der Molekeln auf einander angenommen werden, so liesse sich der Siedepunkt des Gemenges aus diesen Grössen zu 142,5 berechnen.

Die Temperaturmessungen wurden mit N. Th. 817 ausgeführt.

Von Bv. ist wiederum 12,5 mm., von Bh. 8,0 mm. abzuziehen.

Tabelle 158.

Essigsäure + Buttersäure.

1 $C_2H_4O_2$ auf 1 $C_4H_8O_2$.

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
17	739,0	734,3	38,7	738,8	15	737,0	724,2	12,8
18	737,7	733,0	40,4	738,8	15	737,0	722,8	14,2
18	736,4	731,9	41,9	738,7	15	736,9	721,6	15,3
18	735,0	730,7	43,6	738,7	15	736,9	720,4	16,5

Tabelle 158 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
18	734,2	729,9	44,5	738,7	15	736,9	719,6	17,3
18	731,0	726,6	47,9	738,8	15	737,0	716,4	20,6
18	730,0	725,7	48,9	738,8	15	737,0	715,4	21,6
18	728,5	724,0	50,3	738,7	15	736,9	713,8	23,1
17	740,3	735,9	39,0	740,3	14	738,6	725,7	12,9
17	739,7	735,2	39,8	740,3	14	738,6	725,1	13,5
17	738,4	733,9	41,4	740,3	14	738,6	723,8	14,8
17	737,0	732,5	43,2	740,3	14	738,6	722,4	16,2
17	735,3	730,9	40,5	740,2	15	738,4	720,7	17,7
18	733,7	729,1	46,6	740,0	15	738,2	719,0	19,2
17	736,3	731,9	47,3	743,4	14	741,7	721,8	19,9
17	734,0	729,6	49,4	743,4	14	741,7	719,5	22,2
17	731,9	727,5	51,2	743,6	15	741,8	717,4	24,4
18	730,4	726,0	52,3	743,4	15	741,6	715,8	25,8
18	729,0	724,6	53,2	743,4	15	741,6	714,4	27,2
18	728,2	723,8	53,8	743,4	15	741,6	713,6	28,0
16	721,3	716,6	55,4	739,0	17	737,0	706,7	30,3
16	715,7	711,8	58,4	739,3	17	737,3	701,5	35,8
16	712,5	708,6	60,0	739,3	17	737,3	698,3	39,0
16	711,3	707,3	60,8	739,5	17	737,5	697,0	40,5
17	709,4	705,1	61,8	739,3	17	737,3	694,8	42,5
17	705,8	701,6	63,4	739,3	17	737,3	691,4	45,9
17	701,8	697,4	65,4	739,3	17	737,3	687,3	50,0

Nach den Drucken geordnet lassen wir die Beobachtungen noch einmal folgen, wie wir dieselben zur Konstruktion der Kurve auf Tafel C. verwendeten.

Tabelle 159.

Essigsäure und Buttersäure.

1 $C_2H_4O_2$ auf 1 $C_4H_8O_2$.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
12,8	38,7	17,7	45,0	27,2	53,2
12,9	39,0	19,2	46,6	28,0	53,8
13,5	39,8	19,9	47,3	30,3	55,4
14,2	40,4	20,6	47,9	35,8	58,4
14,8	41,4	21,6	48,9	39,0	60,0
15,3	41,9	22,2	49,4	40,5	60,8
16,2	43,2	23,1	50,3	42,5	61,8
16,5	43,6	24,4	51,2	45,9	63,4
17,3	44,5	25,8	52,3	50,0	65,4

Aus der mit Hülfe dieser Werte konstruirten Kurve wurden nach Einführung der Thermometerkorrektur die Dampfspannkräfte und die Kochpunkte, wie sie die folgenden Tabellen bringen, abgelesen.

Tabelle 160.

Dampfspannkraft eines Gemenges von

1 $C_2H_4O_2$ auf 1 $C_4H_8O_2$.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
13	39,0	23	50,0	33	56,8	43	61,9
14	40,1	24	50,8	34	57,4	44	62,4
15	41,5	25	51,6	35	57,9	45	62,9
16	42,9	26	52,3	36	58,4	46	63,4
17	44,0	27	53,0	37	58,9	47	63,8
18	45,2	28	53,7	38	59,5	48	64,3
19	46,2	29	54,3	39	59,9	49	64,8
20	47,2	30	55,0	40	60,4	50	65,3
21	48,2	31	55,6	41	60,9	51	65,8
22	49,2	32	56,2	42	61,4	52	66,2

Tabelle 161.

Kochpunkte eines Gemenges von
1 $C_2H_4O_2$ auf 1 $C_4H_8O_2$.

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
39	13,1	46	18,8	53	26,9	60	39,1
40	13,8	47	19,8	54	28,4	61	41,1
41	14,5	48	20,8	55	30,0	62	43,1
42	15,3	49	21,9	56	31,6	63	45,2
43	16,1	50	23,0	57	33,4	64	47,2
44	17,0	51	24,3	58	35,2	65	49,3
45	17,8	52	25,5	59	37,1	66	51,5

Gemische von drei Säuren.

Es schien noch einiges Interesse zu bieten, auch Gemische von mehr als 2 Stoffen mit in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Dem sollen die folgenden Untersuchungen dienen, bei denen zunächst die Änderung des Siedepunktes mit der Änderung des Druckes bei einem Gemenge von 3 Säuren studirt wurde.

Essigsäure + Buttersäure + Normal-Valeriansäure.

Das Gemenge kochte bei 738,0 mm. und 17°C. nach Th. 2080 bei 149,0° C., dem entspricht 149,9° C. bei 760 mm. und 0° C. Auch hier waren wiederum die Säuren im Verhältnis ihrer Molekulargewichte gemengt, und bleibt es bemerkenswert, dass noch nicht der Siedepunkt der Buttersäure erreicht wird, und dass, trotzdem die Normal-Valeriansäure mit dem korr. Siedepunkt 184,3°C. hinzugefügt wird, der Siedepunkt nur um rund 12°C. gegen das vorbehandelte Gemenge gehoben wird.

Die Temperaturmessungen wurden mit N. Th. 817 ausgeführt.

Von Bv. ist wiederum 12,5 mm., von Bh. 8,0 mm. abzuziehen.

Tabelle 162.

Essigsäure + Buttersäure + Normal-Valeriansäure.

1 $C_2H_4O_2$ auf 1 $C_4H_8O_2$ auf 1 $C_5H_{10}O_2$.

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{h+v}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
15	744,3	740,0	48,3	745,5	15	743,7	730,0	13,7
15	743,6	739,1	49,2	745,4	15	743,6	729,2	14,4
15	743,0	738,7	49,8	745,4	15	743,6	728,7	14,9
16	742,1	737,9	51,0	745,4	16	743,5	727,7	15,8
16	741,4	737,0	52,3	745,7	16	743,8	726,9	16,9
16	740,8	736,3	52,8	745,6	16	743,7	726,3	17,4
16	739,4	735,0	54,2	745,5	16	743,6	724,9	18,7
17	735,9	731,7	57,9	745,1	16	743,2	721,4	21,8
17	734,5	730,3	59,3	745,2	16	743,3	720,0	23,3
17	732,1	727,9	61,3	745,2	16	743,3	717,6	25,7
18	728,6	724,3	62,0	742,5	17	740,5	714,0	26,5
19	725,3	721,1	64,5	742,5	17	740,5	710,6	29,9
19	723,1	719,0	65,8	742,2	17	740,2	708,5	31,7
19	721,0	716,9	67,3	742,2	17	740,2	706,4	33,8
19	719,0	715,0	68,4	742,0	18	739,9	704,4	35,5
20	725,4	721,1	64,9	742,8	17	740,8	710,5	30,3
20	718,9	714,8	69,4	742,9	17	740,9	704,1	36,8
20	716,8	712,7	70,6	742,9	17	740,9	702,0	38,9
20	713,9	709,9	72,0	742,8	17	740,8	699,1	41,7
20	711,7	707,5	73,4	742,8	17	740,8	696,8	44,0
20	712,5	708,3	72,7	742,3	18	740,1	697,6	42,5
20	709,9	705,9	74,0	742,4	18	740,2	695,1	45,1
20	705,6	701,5	76,0	742,2	18	740,0	690,8	49,2
20	703,0	698,9	77,3	742,5	18	740,3	688,2	52,1
20	699,6	694,5	79,0	742,6	18	740,4	684,0	56,4

Nach den Drucken geordnet wurden die unten noch einmal wiederholten Beobachtungen zur Konstruktion der Kurve auf Tafel C verwendet.

Tabelle 163.

Essigsäure + Buttersäure + Normal-Valeriansäure.

$1C_2H_4O_2$ auf $1C_4H_8O_2$ auf $1C_5H_{10}O_2$.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
13,7	48,3	23,3	59,3	38,9	70,6
14,4	49,2	25,7	61,3	41,7	72,0
14,9	49,8	26,5	62,0	42,5	72,7
15,8	51,0	29,9	64,5	44,0	73,4
16,9	52,3	30,3	64,9	45,1	74,0
17,4	52,8	31,7	65,8	49,2	76,0
18,7	54,2	33,8	67,3	52,1	77,3
21,8	57,9	35,5	68,4	56,4	79,0
		36,8	69,4		

Aus der Kurve wurden nach Einführung der Thermometerkorrektur die unten folgenden Werte für die Dampfspannkräfte und die Kochpunkte abgelesen.

Tabelle 164.

Dampfspannkraft eines Gemenges von
$1C_2H_4O_2$ auf $1C_4H_8O_2$ auf $1C_5H_{10}O_2$
nach mm. **geordnet.**

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
13	47,1	17	52,4	21	56,8	25	60,6
14	48,5	18	53,6	22	57,8	26	61,5
15	49,9	19	54,8	23	58,8	27	62,3
16	51,2	20	55,8	24	59,7	28	63,1

Tabelle 164 (Fortsetzung).

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
29	63,9	35	68,1	41	71,7	47	74,8
30	64,6	36	68,7	42	72,2	48	75,3
31	65,4	37	69,4	43	72,8	49	75,8
32	66,1	38	69,9	44	73,3	50	76,3
33	66,8	39	70,5	45	73,8	51	76,7
34	67,5	40	71,1	46	74,3	52	77,1

Tabelle 165.

Kochpunkte eines Gemenges von 1 $C_2H_4O_2$ auf 1 $C_4H_8O_2$ auf 1 $C_5H_{10}O_2$ **nach** °C. **geordnet.**

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
48	13,8	58	22,4	68	35,1
49	14,5	59	23,4	69	36,5
50	15,3	60	24,5	70	38,2
51	16,1	61	25,7	71	39,9
52	16,8	62	26,8	72	41,7
53	17,7	63	28,0	73	43,5
54	18,5	64	29,3	74	45,4
55	19,4	65	30,6	75	47,5
56	20,4	66	32,0	76	49,6
57	21,4	67	33,5	77	51,8

Gemische von 4 Säuren.

Essigsäure + Buttersäure + Normal-Valeriansäure + Isocapronsäure.

Das Gemenge kochte bei 738,1 mm. und 17 °C. nach Th. 2080 bei 159,8 °C., dem entspricht 160,7 °C. bei 760 mm. und 0 °C.

Auch hier waren wiederum die Säuren im Verhältnis ihrer Molekulargewichte gemengt, auch diesmal noch nicht wurde der Siedepunkt der Buttersäure erreicht.

Der Siedepunkt der hinzugefügten Isocapronsäure war 200,7 °C. korr. Es wird also durch das Hinzufügen einer Säure, die um 16 °C. höher siedet als die höchst siedende des bisherigen Gemenges, der Siedepunkt desselben um rund 10 °C. gehoben.

Die Temperaturen wurden mit N. Th. 817 gemessen. Von Bv. ist 12,5, von Bh. 8,0 mm. abzuziehen.

Tabelle 166.

Essigsäure + Buttersäure + Normal-Valeriansäure + Isocapronsäure.

1 $C_2H_4O_2$ auf 1 $C_4H_8O_2$ auf 1 $C_5H_{10}O_2$ auf 1 $C_6H_{12}O_2$.

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
21	738,4	734,0	60,1	741,4	21	738,9	723,4	15,5
21	737,7	733,2	61,0	741,3	21	738,8	722,6	16,2
22	736,7	732,2	62,1	741,1	21	738,6	721,5	17,1
22	735,4	731,0	63,3	740,9	22	738,3	720,3	18,0
23	733,5	729,0	65,2	740,6	22	738,0	718,1	19,9
23	730,9	726,5	67,4	740,5	22	737,9	715,6	22,3
23	729,5	725,0	68,5	740,4	22	737,8	714,1	23,7
23	727,7	723,1	70,0	740,2	22	737,6	712,3	25,3
24	726,0	721,6	71,4	739,9	23	737,2	710,6	26,6
24	724,3	719,9	72,3	739,7	23	737,0	708,9	28,1
25	714,8	710,3	78,3	739,3	23	736,6	699,3	37,3
25	713,9	709,3	79,0	739,4	23	736,7	698,3	38,4
24	711,7	707,1	80,1	739,5	21	737,0	696,3	40,7
24	709,0	704,8	81,6	739,7	21	737,2	693,8	43,4
24	708,0	703,8	81,9	739,5	21	737,0	692,8	44,2
22	742,3	738,0	55,4	741,8	21	739,3	727,1	12,2
22	742,0	737,5	56,2	741,8	21	739,3	726,7	12,6
22	741,5	737,0	57,1	741,9	21	739,4	726,2	13,2
22	741,0	736,5	58,1	742,1	21	739,6	725,7	13,9
22	740,0	735,5	59,8	742,3	21	739,8	724,7	15,1

Tabelle 166 (Fortsetzung).

T.	Bv.	Bh.	Temp.	B. K.	T. K.	B. K. red.	$B.\frac{v+h}{2}$ red.	Druck
°C.	mm.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	mm.	mm.
23	723,9	719,4	74,4	742,3	21	739,8	708,6	31,2
23	722,1	717,8	75,6	742,3	21	739,8	706,9	32,9
23	720,0	715,7	76,8	742,2	21	739,7	704,8	34,9
22	708,8	704,5	83,5	742,8	20	740,4	693,8	46,6
22	705,8	701,5	84,5	742,7	20	740,3	690,8	49,5
22	705,1	700,9	85,2	742,6	20	740,2	690,2	50,0
22	701,9	697,7	86,5	742,5	21	740,0	687,0	53,0
23	699,1	694,8	87,6	742,5	21	740,0	684,0	56,0
23	696,6	692,1	88,6	742,4	21	739,9	681,4	58,5
23	693,5	689,0	89,6	742,2	21	739,7	678,3	61,4

Nach Drucken geordnet lassen wir die Beobachtungen noch einmal folgen, wie dieselben zur Konstruktion der Kurve auf Tafel C verwendet worden sind.

Tabelle 167.

Essigsäure + Buttersäure + Normal-Valeriansäure + Isocapronsäure.

1 $C_2H_4O_2$ auf 1 $C_4H_8O_2$ auf 1 $C_5H_{10}O_2$ auf 1 $C_6H_{12}O_2$.

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
12,2	55,4	22,3	67,4	40,7	80,1
12,6	56,2	23,7	68,5	43,4	81,6
13,2	57,1	25,3	70,0	44,2	81,9
13,9	58,1	26,6	71,4	46,6	83,5
15,1	59,8	28,1	72,3	49,5	84,5
15,5	60,1	31,2	74,4	50,0	85,2
16,2	61,0	32,9	75,6	53,0	86,5
17,1	62,1	34,9	76,8	56,0	87,6
18,0	63,3	37,3	78,3	58,5	88,6
19,9	65,2	38,4	79,0	61,4	89,6

Nach Einführung der Thermometerkorrektur wurden für die Dampfspannkräfte und die Kochpunkte die unten folgenden Werte abgelesen.

Tabelle 168.

Dampfspannkraft eines Gemenges von
1 $C_2H_4O_2$ auf 1 $C_4H_8O_2$ auf 1 $C_5H_{10}O_2$ auf 1 $C_6H_{12}O_2$
nach mm. **geordnet.**

Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.
mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.
12	55,2	25	69,7	38	78,5	51	85,2
13	56,7	26	70,5	39	79,1	52	85,7
14	58,1	27	71,3	40	79,6	53	86,2
15	59,5	28	72,1	41	80,2	54	86,7
16	60,7	29	72,8	42	80,7	55	87,1
17	61,9	30	73,5	43	81,2	56	87,5
18	63,0	31	74,2	44	81,8	57	88,0
19	64,1	32	74,9	45	82,3	58	88,4
20	65,1	33	75,5	46	82,8	59	88,9
21	66,1	34	76,1	47	83,3	60	89,3
22	67,1	35	76,7	48	83,8	61	89,7
23	68,0	36	77,3	49	84,3	62	90,1
24	68,8	37	77,9	50	84,8		

Tabelle 169.

Kochpunkte eines Gemenges von
1 $C_2H_4O_2$ auf 1 $C_4H_8O_2$ auf 1 $C_5H_{10}O_2$ auf 1 $C_6H_{12}O_2$
nach °C. **geordnet.**

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
55	11,9	59	14,6	63	18,0	67	21,9
56	12,6	60	15,4	64	18,9	68	23,0
57	13,2	61	16,2	65	19,9	69	24,2
58	13,9	62	17,1	66	20,9	70	25,4

Tabelle 169 (Fortsetzung).

Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck	Temp.	Druck
°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.	°C.	mm.
71	26,6	76	33,7	81	42,6	86	52,5
72	27,9	77	35,5	82	44,5	87	54,7
73	29,3	78	37,2	83	46,4	88	57,0
74	30,6	79	38,9	84	48,5	89	59,3
75	32,1	80	40,7	85	50,5	90	61,6

Kahlbaum und Schröter.

Mit der vorliegenden ersten Abteilung unserer Arbeit ist die Veröffentlichung des von uns gesammelten Materiales zum Abschluss gebracht. Wir enthalten uns ausdrücklich und absichtlich jedweder Zusammenstellung wie auch der Mitteilung irgend eines der abzuleitenden Resultate; das alles soll erst in der hoffentlich noch in diesem Herbste zu beendigenden zweiten Abteilung, die sich mit der Zusammenfassung und rechnerischen Durchforschung wie auch kritischen Vergleichung der gesammelten Beobachtungen beschäftigen wird, geschehen.

Nur auf das eine wollen wir mit Rücksicht auf neuere Veröffentlichungen [1]) hinweisen, nämlich, dass G. C. Schmidt's Enthüllung Volta-Dalton's Gesetz habe für die homologen Fettsäuren Geltung [2]), natürlich eben so falsch ist wie seine Behauptung: „dass dieselbe Regel für die Alkohole zulässig ist, ergiebt sich auf das unzweideutigste aus Regnault's Zahlen“.[3]) Wie wir in der

---

[1]) Vergl. Horstmann, Deutsch. chem. Gesellsch. Ber. Refr. Bd. 26. 1892. pag. 517; Wiedemann, Beiblätter, Bd. 16. 1892. pag. 588; und ganz neuerdings Nernst, Theoretische Chemie. 1893. pag. 52.

[2]) Zeitschrift f. physikal. Chemie. Bd. 7. 1891. pag. 467.

[3]) Ebenda.

zweiten Abteilung zeigen werden, hätte eine recht einfache Überlegung Schmidt vor dieser aus einer Überschätzung seiner unzureichenden Resultate erwachsenen Entdeckung schützen können.

Was wir jedoch hier schon als bedeutsames Resultat dieses Teiles unserer Arbeit betonen wollen, ist, dass durch die hier zuerst mitgeteilten Apparate und Methoden für die Chemie ein ganz neues Arbeitsfeld freigelegt ist in der Möglichkeit, das Verhalten der Stoffe in fast vollkommener Luftleere zu beobachten. Eine sehr viel grössere Zahl von Stoffen als die oben mitgeteilten, die den verschiedensten chemischen Typen angehören, sind bereits von uns untersucht. Solche Arbeiten beschäftigen uns gerade jetzt noch, und hoffen wir, auch über diese in Bälde eingehender berichten zu können. —

Noch haben wir Einiges zu den Tafeln zu bemerken, was besonders durch die ungeschlachte Grösse der Kurventafel A veranlasst wird.

Es ist, wie wir das schon zu Beginn ausdrücklich bemerkten, unser bestimmtes Bestreben gewesen, jedermann eine Kritik der erreichten Genauigkeit unserer Zahlenwerte zu ermöglichen; das gebot, die Kurven in der Originalgrösse zu veröffentlichen. Der für die Darstellung der Spannkraft gewählte zehnfache natürliche Massstab, 1 mm. Drucke ist in der Zeichnung durch 1 cm. wiedergegeben, bringt es mit sich, dass auch jede Abweichung, jeder Fehler in zehnfachem Massstabe erscheint. Gerade darin aber wird sich am deutlichsten die erreichte Genauigkeit wiederspiegeln, zumal, wenn wir daran erinnern, dass wir ausnahmslos unsere sämmtlichen Beobachtungen genau so wie wir sie erhalten und bei der Konstruktion der Kurven verwendet haben, auf dem Bilde geben. Um das ungefüge Format der Tafel A zu vermeiden, hätten wir etwa

nach Vorgang von Regnault auch die Kurven der normalen Fettsäuren in gleicher Weise wiedergeben können, wie wir das mit den weniger wichtigen Kurven auf Tafel B und C getan haben. Wer aber Regnault's Kurven selbst auf dem Bilde studirt hat, wird wissen, wie unerfreulich solches Studium ausfällt. Dazu wäre der schöne Überblick über den Wechsel der Siedekurve für ein einheitliches Koordinatennetz bei einer ganzen, grossen homologen Reihe verloren gegangen. Wie ein solches Bild im kleinen sich ausnimmt, wissen wir aus der 4. Figur zu Herrn Landolt's „Untersuchungen über die Dampftensionen homologer Verbindungen" auf Tafel II zum Supplementband VI von Liebig's Annalen. Der Wert einer derartigen Darstellung will uns jedoch ein übertrieben grosser nicht erscheinen.

Diese Überlegungen sind es gewesen, die uns veranlassten, in dem gewählten Massstab und in der gewählten Anordnung das Bild der Siedeerscheinung für diese Stoffgruppe zu geben. Da, wo solche Gründe nicht mehr mitsprachen, haben wir auch gern von einer derartigen aufdringlichen Darstellungsweise Abstand genommen. —

Aus der Datirung der Vorbemerkung ergiebt sich, dass seit dem Beginn des Druckes der Arbeit fast zwei Jahre verflossen sind. Es erklärt sich dies folgendermassen: Nachdem für sämmtliche Stoffe die Bestimmungen bis zur Wirkungsgrenze der Wasserluftpumpe durchgeführt waren, wurde mit der Drucklegung begonnen; da gelang es uns, die seit Jahren betriebene Konstruktion einer automatischen Quecksilberluftpumpe so zu vervollkommnen, dass nun tadellose Wirkung erzielt wurde. Damit war der im Plane der Arbeit [1]) ausge-

---

[1]) Vergl. pag. 26.

sprochene Wunsch, die Versuche über die bis dahin unüberschreitbare Grenze auszudehnen, erreicht, und nur natürlich war es, nun erst die Arbeit vollständig fertigzustellen, ehe mit der Veröffentlichung weiter fortgeschritten wurde. Das erklärt und entschuldigt, so hoffen wir, auch diese Verzögerung. —

Seit dem 1. Oktober des vergangenen Jahres ist in der Schweiz eine neue Rechtschreibung eingeführt, der Herr „Corrector" hat von dem Zeitpunkt an pflichtgemäss nach dieser die „Korrektur" durchgeführt. Als wir dessen gewahr wurden, hätte nur durch Kassirung einer Reihe von Bogen Remedur geschaffen werden können; damit schien uns das Übel zu hoch bezahlt, zumal ja nicht wir für die Labilität der „deutschen Schulmänner und Philologen" verantwortlich sind. Wir bitten also den geneigten Leser an der betreffenden Stelle, von der an die neue Rechtschreibung dann konsequent durchgeführt ist, sein orthographisches Gewissen dieser Neuerung anzupassen. —

Die sämmtlichen Glasapparate, die zur Verwendung kamen, sind nach unseren Zeichnungen von Herrn Karl Kramer in Freiburg i/Br. ausgeführt worden. Die vorzügliche und gewissenhafte Ausführung verdient unser höchstes Lob.

Über einzelne Teile der vorliegenden Arbeit ist bereits zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten Mitteilung gemacht worden, so: 1) an der 73ten Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft zu Davos am 19. August 1890, 2) vor der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel am 18. März und am 13. Mai 1891, 3) vor der Gesellschaft Deutscher

Naturforscher und Ärzte, Sektion für Instrumentenkunde, in Halle am 21. September und Sektion für Physik am 24. September 1891, 4) an der 75ten Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft zu Basel am 6. September 1892.

Ein geringer Teil der Arbeit wurde G. C. Schmidt als Dissertation überlassen.

Basel, Physikalisch-chemisches Laboratorium
am 12. April 1893.

Georg W. A. Kahlbaum.

Nachruf an Dr. Ludwig Sieber

17. Mai 1833 — 21. Oktober 1891

gehalten in der Sitzung vom 4. November 1891

von

Georg W. A. Kahlbaum.

Zwei Wochen sind es heute, dass uns unerwartet die Trauerkunde traf, Dr. Ludwig Sieber, der oberste Leiter unserer öffentlichen Büchersammlung, ist verblichen! — unerwartet, ja völlig unerwartet.

Einer Krankheit, die gerad hier in Basel mit einer ihr sonst nicht eigenen Heftigkeit aufzutreten pflegt, und der schon so mancher, der uns nahe stand, erlegen ist, musste auch er, der so kräftig scheinende Mann, zum Opfer fallen! — Ich sage mit Absicht so kräftig scheinende, denn dass er nicht in dem Masse widerstandsfähig war, wie man das aus seiner hohen aufrechten Gestalt hätte schliessen sollen, wusste ja leider wer ihn näher kannte; hat er doch an den Folgen eines kleinen Unfalles, der ihn vor einem Jahr, als er bei seiner Tochter weilte, traf, länger und schwerer getragen, als zu erwarten war, und hat er doch gerad in den letzt vergangenen Monden sich selbst und seinen Freunden wiederholt zu Beunruhigungen Anlass gegeben.

Das Herz, das so warm für alles Gute und Schöne schlug, es war heftigen Erregungen nicht gewachsen.

Neben seiner Amtsthätigkeit hat Herr Dr. Ludwig Sieber viele Jahre hindurch auch die Bürde eines Bibliothekars unserer Gesellschaft, der er seit dem Jahre 1875 angehörte, getragen, und das giebt mir, der ihm darin ein wenig zur Hand gehen durfte, den äusseren Anlass, vor Ihnen, meine Herren, seinem Gedächtnis einige Worte zu widmen.

Liegt die Arbeit des Gelehrten Ludwig Sieber auch auf anderem Gebiet, so hat sich der teure Verblichene doch als ihr Bibliothekar um unsere Gesellschaft so hohe Verdienste erworben, dass wir nur eine Schuld tilgen, wenn wir seiner hier in besonderer Weise gedenken.

Wenn etwas es ist, meine Herren, das den Fremden in Basel mit aufrichtiger und hoher Bewunderung erfüllen muss, so ist es die schrankenlose und uneigennützige Hingabe seiner Bürger an das gemeine Wohl, und gerad diese Basler Bürgertugend war bei Dr. Ludwig Sieber im höchsten Masse entwickelt.

Nicht Vielgeschäftigkeit war ihm eigen, eingeschränkt in feste Grenzen bewegte sich seine Thätigkeit, aber in diesen Grenzen war es auch mit seiner ganzen Person, mit all' seinem Dichten und Trachten, dass er sich dem gemeinen Besten widmete.

Ihm war seine Tätigkeit kein Amt, das auf ihm lastete, ihm war sie die Luft, der er zum Leben benötigte, sie war ihm der Zweck, für den er lebte, ihr allein gehörte all sein rastloses Sinnen und Schaffen! —

Und es ist kein leichtes Amt, das er verwaltet hat, das Heer von hunderttausenden, dem er vorstand, in Ordnung zu halten, in so musterhafter Ordnung, dass jedes einzelne Glied desselben jedwedem stetsfort zur Verfügung kann gehalten werden, ein Heer, das seit Jahrhunderten angeworben wurde, in sich so verschieden

nach Art, nach Inhalt und Wesen, das erfordert wohl eines Mannes ganze Kraft.

Wohl haben solche, die ihm ferner gestanden, gemeint, nur schwerfällig, langsam nur, zu langsam ginge es vorwärts. Das aber ist falsch geurteilt, und eben nur Fernerstehende, die von des Mannes umfassender Tätigkeit, von seiner Gründlichkeit nichts wussten, nur solche konnten so urteilen.

Nicht das Einreissen war ihm Freude und Zweck, er wollte aufbauen, Makelloses wollte er hinstellen für das, was er fortnahm! — Erst, wenn er genau wusste, was er und wie er bauen wollte, erst dann begann er. Nicht schnellfertig und darum leichtfertig, sondern auf breiter, fester Grundlage reiflicher Überlegung und eingehenden Studiums sollte sich das Neue erheben. In richtiger Erkenntnis, dass das, was zu schaffen war, noch kommenden und immer kommenden Geschlechtern dienen sollte, scheute er nicht Arbeit nicht Mühe, um die Erfahrungen, die hier und dort an den verschiedensten Orten gesammelt waren, sich zu eigen zu machen.

Was alles hat er gesammelt, ehe er an die Neuherstellung des Kataloges gieng. Überallhin schrieb er darum, gieng selbst hin, zu sehen, brachte teils selbst mit, teils lies er sich kommen Proben und Muster all der in den grossen Instituten gebräuchlichen Kataloge, immer abwägend das Für und Wider, die Vorzüge und Mängel jeden Systems. Als er sich dann für einen freistehenden Zettelkatalog entschieden hatte, da hatte er wieder geprüft und erwogen, welche Art und Grösse für die Zettel zu wählen sei, welches Material dem Zwecke am besten genüge. Alles bedachte, alles überlegte er, nichts lag so fern, als dass er nicht auch das noch mit in Betracht gezogen hätte. Habe ich doch selbst, bevor er sich für ein bestimmtes Handpapier als Material für die

Zettel entschied, in seinem Auftrage Versuche angestellt über die gilbende Wirkung des Sonnenlichtes auf eben dies zu wählende Material. Als dann alles gewählt und festgestellt war, da ward noch erst der Katalog für die Bibliothek der historischen und antiquarischen Gesellschaft erstellt, als eine Generalprobe gleichsam für das ganze adoptirte System und zugleich als eine Schulung für diejenigen Herren, denen nunmehr die Ausführung des Generalkataloges übertragen werden sollte. —

So seines Amtes waltend, heisst nicht schwerfällig, das heisst gründlich sein, und nicht Dankes genug können wir dem zollen, der in richtiger Erkenntnis, dass, was er schaffen sollte, nicht für den Augenblick nur geboren ward, sondern den Grund liefern sollte, auf dem die Enkel noch weiter bauen konnten, unbeirrt von dem Achselzucken der Unkundigen, so sicher seinen Weg schritt.

Ganz mit der gleichen Liebe und Hingebung zur Sache, mit der er sich hier in die Einzelheiten vertiefte, nahm er sich der ihm gestellten grösseren Aufgabe, des Neubaues eines Bibliothekgebäudes an.

Alle Pläne der Neubauten gleicher Art, die in dem letzten Jahrzehnt und darüber hinaus entstanden waren, hat er studiert und geprüft, ja auch solche, die noch nicht veröffentlicht waren, wie jene der neuen Bibliothek zu Karlsruhe, hat er sich verschafft, um auch hier die Erfahrungen Anderer sich zu eigen zu machen, zu Nutz und Frommen seiner Vaterstadt! — Und nun, da sein langes Streben der Erfüllung nah, da ward er abberufen! — Ein herbes Schicksal für ihn, für sein Amt und für das Gemeinwesen, dem er seine Dienste gewidmet! —

All das, was er, der spät erst dem Fache sich gewidmet, in rastlosem Studium sich selbst errungen, nicht für sich wollte er es, nicht seines Amtes Bürde zu er-

leichtern sollte es ihm dienen, ganz selbstlos wollte er mit seinem Wissen und Können nur dem gemeinen Besten dienen.

Er, Ludwig Sieber, ist es gewesen, der für erhebliche Erweiterung der Lesesäle bei Feststellung der Grundgedanken für den Neubau gekämpft hat, er war es, der ebenso für das Offenhalten der neu zu erstellenden Säle auch während der Abendstunden gesprochen hat. Er hat das Vorsehen eines Ausstellungssaales für die wertvollen und kunstreichen Handschriften und seltenen Kartenwerke im zu erstellenden Neubau vorgeschlagen, und alles das nur, um seine Schätze dem Publikum leichter zugänglich zu machen.

Jetzt schon in den engen, unzulänglichen Verhältnissen, mit gänzlich ungenügenden Mitteln an Dienerschaft, in welch liebenswürdiger Weise waltete er seines Amtes, hat er doch, wo sonst als hier in Basel wäre das wohl zu finden, ohne begleitende Aufseher die Büchersäle selbst den Besuchenden offen gehalten; wenn er es nur irgend konnte, gestattete er gerne den Eintritt. Wie dankbar habe ich ihm zu sein, hat er mir doch als Student noch gestattet, in den Sälen selbst zu arbeiten. Mit vollem Rechte aber verlangte er, dass von ihm persönlich solche Erlaubnis bewirkt werde, und nicht wollte er es gestatten, dass auf ein veraltetes, verjährtes, aus längst überholten Verhältnissen stammendes Recht fussend, ihm Unbekannte die Säle betraten, denn auch seiner Pflicht als eines Hüters der ihm anvertrauten Schätze war er sich voll bewusst.

Mit gleicher Liebe, mit gleichem Eifer umfasste er alle Teile seines weiten Gebietes. Sowie er für das Wohl der öffentlichen Büchersammlung besorgt war, ebenso warm hat er sich unserer Bibliothek, der der Naturforschenden Gesellschaft angenommen. Dafür ein Zeichen

nur: Die jüngst vollzogene Neuaufstellung der aus dem Tauschverkehr stammenden Werke. Und doch, meine Herren, bedenken Sie, dass gerade unsere Gesellschaft nur Anforderungen an ihn stellte ohne irgend welche Gegenleistung. Das Eigentumsrecht an den Büchern bleibt der Gesellschaft gewahrt, nur den Raum dafür hergeben und sie in Ordnung halten, das durfte Herr Dr. Sieber. Trotzdem hat der Verstorbene über unsere Sammlung gewacht, sie gehütet und gemehrt, wie über jede andere.

Noch sind es nicht drei Wochen her, als er mir einen Bericht der Bibliothek in Freiburg i/Br. vorwies, in dem gerad das Verhältnis der dortigen naturforschenden Gesellschaft zu ihr, der Bibliothek, besprochen wurde. Dieses Verhältnis, das denkbar freundschaftlichste, schien ihm ein Ideal, „so möge es auch einmal bei uns werden.“ Ich glaube, es waren das die letzten Worte, die er zu mir gesprochen! —

Möge dieser Wunsch sich erfüllen, nur mit vereinten Kräften vermögen wir Rechtes zu leisten und wem hätte bei nur einigem guten Willen es schwer fallen können, seine Kräfte mit denen eines Mannes zu einen, der so ganz selbstlose Hingabe an sein Amt, mit einem Manne, der, wie Dr. Ludwig Sieber, ein Ehrenmann vom Scheitel bis zur Sohle.

Möge es, lassen Sie, meine Herren, mich mit diesem Wunsche schliessen, der Stadt Basel niemals an Männern fehlen wie Dr. Ludwig Sieber! —

Zur Wolken-Photographie.

Von

Albert Riggenbach.

Cumuli und die meist hell beleuchteten Cirro-strati sind unter Anwendung einer Gelbscheibe in der Regel leicht photographisch aufzunehmen, von feinen Cirren, sowie dunkeln Nimbus- und Stratus-Wolken gelingt es dagegen nur bei besonders günstigen Beleuchtungsverhältnissen copierfähige Negative zu erhalten. Der Verfasser hat schon früher darauf hingewiesen,[1]) wie durch Verwendung eines polarisirenden Spiegels oder Nicols, das blaue Himmelslicht gedämpft, der Contrast zwischen Cirrus und Himmelsgrund erhöht, und dadurch diese Wolke der photographischen Fixirung zugänglich gemacht werden kann. Sodann hat derselbe durch zahlreiche Wolkenaufnahmen auf dem Säntisobservatorium im Sommer 1890 den Nachweis erbracht,[2]) dass alle Wolkenformen und ganz besonders die Cirren in der klaren Luft und bei dem dunkeln Himmel des hohen Standortes an Détail und Contrast viel reichere Bilder liefern, als bei der Auf-

---

[1]) Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. Vol. XV, N⁰ 69, January 1889, p. 16—17.

[2]) Archives des sciences physiques et naturelles. T. XXIV. 1890, p. 388—390.

nahme vom Thal aus. Als eines der wirksamsten Mittel aber, um brauchbare Bilder der vorhin genannten schwer erhältlichen Wolkenformen zu gewinnen, haben sich einige, wie es scheint in meteorologischen Kreisen wenig bekannte Verstärkungs-Methoden erwiesen, ich selbst verdanke deren Kenntniss meinem verehrten Lehrer und Collegen Herrn Dr. Piccard, Professor der Chemie an der hiesigen Universität.

Für Cirren habe ich auf folgendem Wege gute Resultate erzielt. Man wählt die Blende so klein und die Expositionszeit so kurz, dass der blaue Himmel einen kaum merklichen Effect auf die empfindliche Schicht hervorruft. Nach dem Entwickeln und Fixiren zeigt die Platte ein äusserst schwaches, oft kaum wahrnehmbares Bild des Cirrus. Man taucht nun das Negativ für einige Minuten in ein Bad etwa $1^1/_2$ %iger Sublimatlösung und, nachdem sehr gut ausgewaschen, in eine etwa 2%ige Lösung von Schlipp'schem Salz (Natriumsulfantimoniat $Sb\ S_4\ Na_3 + 9\ H_2O$). Hierin lässt man die Platte so lange, bis die Gelatine von der Lösung völlig durchdrungen ist, was man daran erkennt, dass auf der Rückseite keine weissen Stellen mehr sichtbar sind. Endlich wäscht man wieder aus. Der Cirrus erscheint nun dunkel auf hellem Grunde, und das Negativ ist häufig so kräftig, dass ein Copiren an der Sonne notwendig wird. Dieses Verfahren empfiehlt sich überall da, wo nur eine Wiedergabe der Zeichnung gewünscht wird, dagegen die Erzielung von Halbtönen ausser Betracht fällt. Von Platten, die wegen allzustarker Unterexposition verloren schienen, konnten nach diesem Verfahren vorzügliche Copien erlangt werden. Es dürfte dasselbe auch in der Astrophotographie sowol bei der Aufnahme von Sternkarten als von Sternspectren gute Dienste leisten.

Bei Stratus-, Nimbus- und Strato-cumulus-Bildern ist eine weniger kräftige Verstärkung zweckmässiger. Man bringt die fixirte und ausgewaschene Platte in ein Bad von folgender Zusammensetzung.

2	Teile	Sublimat
5	„	Jodkalium
4	„	unterschwefligsaurem Natron
120	„	Wasser

und lässt sie so lange darin, bis die Platte die gewünschte Kraft erreicht hat. Auch hier erscheint es zur Erzielung wirksamer Contraste von Vorteil etwas zu kurz zu exponiren.

Basel, im October 1891.

Dreizehnter Bericht

über die

Dr. J. M. Ziegler'sche Kartensammlung.

Die Kartensammlung hat sich im abgelaufenen Berichtsjahr vermehrt um

I. Geschenke.

a) Von Herrn Dr. **L. Sieber:**

1) Fernschau. Jahrbuch der mittelschweizerischen geograph.-commerciellen Gesellschaft in Aarau. Bd. 1—4. Aarau 1886—90. 8°. 4 Bände.
2) Leutholds Post-, Eisenbahn- und Dampfschiffkarte der Schweiz, gest. von J. Mülhaupt. Zürich 1860. 1 Blatt.

b) Von Herrn **William Speiser-Strohl:**

3) Karte von Ospedaletti und Umgebung. Colmar 1890. 1 Blatt.

c) Von Herrn Prof. Dr. **Bernhard Riggenbach:**

4) Plan von Moskau v. J. 1885. Imp. fol. 1 Blatt.
5) Plan von Moskau v. J. 1884. Fol. 1 Blatt.

d) Von Herrn Dr. **Emil Burckhardt:**

6) Pelet, Carte officielle des environs de Paris, 1:40,000. 1839. 8 Blätter.
7) Specialkarte des Ortlergebietes, 1:50,000, hrsg. vom D.-Ö.-A. 1 Blatt.

e) Von den Erben des Herrn **Rud. Merian-Frischmann:**

8) Joh. Bapt. Homann, Atlas novus terrarum orbis imperia demonstrans. Noribergæ, 1746—86. fol. 1 Band.

9) Atlas élémentaire géographique, historique etc. Choix de cartes du grand Atlas de A. Lesage (Comte de Las Cases). Paris, s. a. Fol. 1 Band.
10) Karte des Seez- und Rheinthals, 1 : 25,000. Winterthur, J. Wurster & Co. 1 Blatt.
11) Postkarte von Baden, Würtemberg und Bayern. 1823. Karlsruhe. 1 Blatt.
12) Karte von Italien, München, J. G. Cotta, 1839. 1 Blatt.
13) Carta dell' Italia superiore coi Passagi delle Alpi. 1 : 900,000. Winterthur, J. Wurster & Co. 1 Blatt.
14) Neue Postkarte von Teutschland von F. M. Diez. Berlin und Frankfurt. 1795. 1 Blatt.
15) Kanton Basel Stadttheil von Fr. Baader, 1 : 25,000. Basel 1838. 1 Blatt.
16) An entire new plan of the cities of London & Westminster etc. London 1817. 1 Blatt.
17) Nuova Pianta di Roma moderna. Roma 1837. 1 Blatt.

f) Von der **Geographischen Ausstellung in Bern, durch Prof. Albert Riggenbach:**
18) Katalog der geographischen Ausstellung in Bern. 1891. 8°. 1 Band.

g) Von den **Erben des Herrn Georg Courvoisier:**
19) 5 Karten von Palästina & 1 Karte der Reisen des Apostels Paulus. 6 Blätter in 1 Band.
20) Atlas von 51 Städteplänen (Kupferstich). 51 Blätter in 1 Band.

II. Anschaffungen.

1) Karte über das Gebiet der Juragewässer von Murten bis Attisholz (vom eidg. Departement des Innern). Red. von F. Leemann. 1863. 7 Blätter.

2) Carte du Canton de Neuchâtel, publ. par la Société d'Utilité publique, dessinée par A. de Mandrot. 1 : 100,000. 1 Blatt.

3) Carte de l'ancien évêché de Bâle réuni aux Cantons de Berne, Bâle et Neuchâtel, levée de 1815 à 1819 par A. J. Buchwalder. 1 Blatt.

4) Stieler Handatlas, Lief. 27—32 (Schluss). Gotha, Perthes, 1890, 1891. Mit Namensverzeichniss, 1891. 17 Blätter mit Titel und Inhaltsverzeichniss und 1 Band.

5) Generalkarte von Mitteleuropa, Lief. 5. 6. 18 Blätter.

6) Becker, die Schweizerische Kartographie an der Weltausstellung in Paris 1889. Mit 3 artist. Beilagen. Frauenfeld 1890. 1 Band.

7) Siegfried-Atlas der Schweiz. Lief. 37 u. 38. 24 Blätter.

8) Nüscheler-Usteri, A., Karte der Nachbargemeinden der Stadt Zürich. (c. 1650). 1 Blatt.

9) Specialkarte vom weltlichen Kleinasien, v. Kiepert, 1 : 25,000. Lief. 2. Berlin, Reimer. 5 Blätter.

10) Gaeblers deutsche Colonialkarte, Afrika und die Schutzgebiete in der Südsee, 1 : 16,000,000. 2. Aufl. 1891. 1 Blatt.

11) Müller, G., Militärkarte des Deutschen Reichs (1. April 1891), 1 : 750,000, mit erläuterndem Textheft. 1 Blatt u. 1 Band.

12) Nordenskiöld, A. E., Facsimile-Atlas of the early history of Cartography, translated from the Swedish original by J. A. Ekelöf and Cl. R. Markham. Stockholm 1889. Fol. Mit 51 Karten und 84 Abbildungen im Text. 1 Band.

13) Blankenhorn, Grundzüge der Geologie und physikalischen Geographie von Nordsyrien. Mit 10 Ab-

bildungen im Text und 2 Karten (1 : 500,000). 2 Blätter und 1 Band.

14) Wislicenus, Walter, Handbuch der geographischen Ortsbestimmungen auf Reisen. Leipzig 1891. 8°. 1 Band.

15) Plan von Gross-Wien mit der neuen Bezirkseintheilung, 1 : 20,000. 1 Blatt.

16) C. Flemming's Generalkarten, N° 32. Schweden, Norwegen, Dänemark, 1 : 3,000,000. Glogau. 1 Blatt.

17) Uebersichtskarten der Eisenbahnen Deutschlands, bearbeitet im Reichs-Eisenbahn-Amt. 1 : 1,000,000. Berlin. 4 Blätter.

18) Nabert, Karte der Verbreitung der Deutschen in Europa, 1 : 925,000. In 8 Sectionen. Lief. 1—4. Glogau, Flemming. 4 Blätter.

19) Lehmann, Das Kartenzeichnen im geographischen Unterricht. Halle a./S. 1891. 1 Band.

20) Sommerbrodt, E., Die Ebstorfer Weltkarte. Hannover 1891. Text und Atlas von 25 Tafeln. 25 Blätter und 1 Band.

21) Berghaus, physikalischer Atlas. Abthl. 2. Berghaus, Atlas der Hydrographie. Gotha, Perthes, 1891. Fol. 1 Band.

22) — Abthl. 4. Neumayer, G., Atlas des Erdmagnetismus. Gotha, Perthes, 1891. Fol. 1 Band.

23) Indischer Ozean. Ein Atlas von 35 Karten. Hrsg. von der Direktion der Deutschen Seewarte. Hamburg 1891. 1 Band.

24) Vogel, C., Karte des Deutschen Reichs, 1 : 500,000. Lief. 1. Gotha, Perthes, 1891. 2 Blätter.

Wir sprechen allen denen, welche durch Geschenke und durch Beiträge zur Vermehrung der Sammlung beigetragen haben, unsern wärmsten Dank aus. Unter den

Anschaffungen heben wir als bedeutendste Publikation den Facsimile-Atlas von Nordenskiöld hervor, der eine ganze Sammlung von Karten des 15. und 16. Jahrhunderts, d. h. bis nach der Zeit der grossen Entdeckungen enthält, eine Sammlung, die mit grossem Fleisse zusammengebracht nirgends in ähnlicher Weise vereinigt ist.

Mit tiefem Schmerze erwähnen wir hier des Todes zweier um die Kartensammlung verdienter Männer, des Herrn Dr. L. Sieber, der seit der Uebergabe der Sammlung an die Naturforschende Gesellschaft nicht nur das Amt eines Quästors versehen, sondern sämmtliche Geschenke in Empfang genommen und die Anschaffungen besorgt und alles mit dem ihm eigenen Ordnungssinne benützbar gemacht hat; sodann des Herrn Oberst R. Merian-Iselin, der sein besonderes Interesse an der Sammlung durch kräftige finanzielle Unterstützung kund gegeben hat.

In Folge der alljährlich durch den Tod eintretenden Lücken im Bestande der Kontribuenten nehmen die verfügbaren Mittel stetig ab. Im Jahre 1879 haben 85 Beitragende zusammen Fr. 800. — bezahlt; in diesem Jahre 1891 aber 51 Beitragende Fr. 500. —. Wenn nun schon ein kleiner Fond gesammelt ist, dessen Zinsen ebenfalls zur Verwendung kommen, so erachten wir es doch als durchaus nöthig, dass sich wieder neue Freunde der Kartographie finden, welche die zur Fortführung der Sammlung nöthigen Mittel vermehren helfen.

Die Sammlung ist für Jedermann, der sich darum interessirt, jeden Samstag Nachmittag 2—4 Uhr eröffnet; das Lokal befindet sich im Anbau der Lesegesellschaft.

Der Vorsteher:

Prof. **Fr. Burckhardt.**

Basel, im November 1891.

J. M. Ziegler'sche Kartensammlung.

12. Rechnung vom 1. November 1890 bis zum 31. October 1891.

Einnahmen.

1.	Saldo voriger Rechnung	Fr.	6383. 57
2.	51 Jahresbeiträge für 1890	„	501. —
3.	Zins der Hypothekenbank pro 1890 .	„	222. 45
4.	Vierte Abrechnung von B. Schwabe .	„	134. 45
		Fr.	7241. 47

Ausgaben.

I. Anschaffungen.

1.	Diverse Karten aus Dr. V. Gilliéron's Nachlass	Fr.	10. —
2.	Nordenskiöld, Facsimile-Atlas . . .	„	245. —
3.	Siegfried-Atlas, Lief. 37 und 38 . .	„	19. 55
4.	Berghaus, Atlas der Hydrographie .	„	19. 70
5.	Neumayer, Atlas des Erdmagnetismus	„	10. 15
6.	Stieler, Handatlas, Lief. 22—32 . .	„	23. 65
7.	Namensverzeichniss zu Stieler . . .	„	7. 80
8.	Nabert, Verbreitung der Deutschen Lief. 1—4	„	16. —
9.	Namensverzeichniss zu Vogel, Balkan	„	1. 60
10.	Sommerbrodt, Ebstorfer Weltkarte .	„	42. 70
11.	Kiepert, Karte des westlichen Klein-Asiens, Lief. 2	„	13. 35
12.	Vogel, Karte des deutschen Reiches, Lief. 1	„	4. —
13.	Gaebler, Deutsche Kolonialkarte . .	„	1. 35
14.	Müller, Militärkarte von Deutschland, mit Text	„	2. 80
15.	Plan von Gross-Wien	„	3. 60
	Uebertrag	Fr.	421. 25

	Uebertrag	Fr.	421. 25
16.	Flemming's Generalkarte, N° 32 . .	„	1. 35
17.	Uebersichtskarte der Eisenbahnen Deutschlands	„	6. 70
18.	Atlas des Indischen Ozeans	„	24. —
19.	Generalkarte von Mittel-Europa, Lief. 5 und 6	„	28. 80
20.	Becker, schweizerische Kartographie	„	2. 40
21.	Wislicenus, geographische Ortsbestimmungen	„	10. 70
22.	Blankenhorn, Geologie von Nordsyrien	„	48. —
23.	Lehmann, Kartenzeichnen	„	3. 20
24.	Nüscheler, Karte von Zürich	„	2. 95
		Fr.	549. 35

II. Diversa.

1.	Einzug der Jahresbeiträge	Fr.	15. —		
2.	Malerarbeiten	„	2. 20		
3.	Druck der Berichte 11 u. 12	„	33. 10		
4.	Buchbinder	„	7. 90	„	58. 20
	Summe der Ausgaben . .			Fr.	607. 55
	Saldo auf neue Rechnung			„	6633. 92
				Fr.	7241. 47

Für den Quästor:

Dr. **C. Chr. Bernoulli.**

Basel, den 4. November 1891.

Chronik der Gesellschaft.

Biennium 1890—1892.

(Fortsetzung).

Vorträge.

1889.

Nov. 6. Herr Dr. **V. Gilliéron**: Ueber das muthmassliche Vorkommen von Salz auf baselstädtischem Boden.

Nov. 20. Herr Dr. **C. Schmidt**: Die Glacialerscheinungen am Monte Salvatore und nördlich der Alpen.

Dec. 4. Herr **J. Weinmann**: Vorlesungsversuch über die Oberflächenspannung einer Flüssigkeitshaut.

Herr Prof. **R. Nietzki**: Chemische Constitution von Toluylenblau und Toluylenroth.

Dec. 18. Herr **A. Gutzwiller**: Die fossile Flora von Basels Umgebung.

1890.

Jan. 8. Herr Prof. **L. Rütimeyer**: Die alteocäne Fauna von Egerkingen.

Jan. 22. Herr Prof. **F. Zschokke**: Das Thierleben in den Hochgebirgsseen.

Febr. 5. Herr Dr. **R. Flatt**: Die günstigste Materialverwendung im Leitungssystem einer electrischen Beleuchtungsanlage.

Febr. 19. Herr Prof. **F. Miescher**: Die chemischen Stoffe der Eizelle.

März 6. Herr Prof. **K. VonderMühll**: Die Anzahl der unabhängigen Perioden einer eindeutigen Function complexen Arguments.

März 19. Herr Dr. **M. von Lenhossék**: Hinterwurzeln und Hinterstränge des Rückenmarks.

April 30. Herr Prof. **K. VonderMühll**: Die electromagnetische Theorie des Lichts.

Mai 14. Herr Prof. **J. Kollmann**: Der Schädel Beethovens und der Zusammenhang von Körper und Geist.

Mai 28. Herr Dr. **M. von Lenhossék**: Studien an Atschinesenschädeln.

Herr **E. Greppin**: Versteinerungen aus dem Oolithe astartien.

Juni 11. Herr Prof. **A. Riggenbach**: Die unperiodischen Witterungserscheinungen auf Grund 111 jähriger Aufzeichnungen der Niederschlagstage.

Juni 25. Oeffentliche Sitzung.

Herr Prof. **F. Zschokke**: Die zoologische Station in Neapel.

Biennium 1890—92.

Beamte:

Präsident: Herr Prof. Dr. **Karl VonderMühll.**
Vice-Präsident: „ Prof. Dr. **Rud. Nietzki.**
Secretär: „ Prof. Dr. **Albert Riggenbach.**
Vice-Secretär: „ Prof. Dr. **Georg Kahlbaum.**

Vorträge.

1890.

Nov. 5. Herr Prof. **L. Rütimeyer**: Die fossile Fauna von Egerkingen. — Neue Fundstücke aus der Umgebung von Basel.

Nov. 19. Herr Prof. **K. VonderMühll**: Das Princip der kleinsten Action.

Dec. 3. Herr Dr. **M. von Lenhossék**: Die motorischen Fasern in den Hinterwurzeln des Rückenmarks.

Herr Prof. **C. Schmidt**: Die graphische Darstellung der chemischen Zusammensetzung von Massengesteinen. — Die krystallinischen Schichtgesteine der Alpen.

Dec. 17. Herr Dr. **A. Jaquet**: Ein neuer Apparat zur genauen Registrirung kleiner Zeitintervalle.

1891.

Jan. 7. Herr Dr. **Puff**: Die kalten Gewässer an der Ostküste des Atlantischen Oceans.

Jan. 21. Herr Prof. **F. Zschokke**: Die Fauna der Gebirgsseen des Rhätikon.

Febr. 4. Herr Prof. **J. Kollmann**: Studien an Affen-Embryonen. — Die Entwicklung des Mesoderms beim Hai.

März 4. Herr Prof. **E. Hagenbach-Bischoff** und Dr. **L. Zehnder**: Untersuchungen über die Natur der Hertz'schen electrischen Schwingungen.

März 18. Herr Dr. **G. Kahlbaum**: Statische und dynamische Methode der Siedepunktsbestimmung.

Mai 13. Herr Dr. **G. Kahlbaum**: Fortsetzung.

Juni 3. Herr Prof. **H. Heussler**: Der Anthropomorphismus.

Juli 8. Oeffentliche Sitzung.

Herr Prof. **A. Riggenbach**: Wolkenbilder vom Säntis.

Nov. 4. Herr Prof. **K. VonderMühll**: Die theoretischen Vorstellungen von Georg Simon Ohm.

Nov. 18. Herr Prof. **L. Rütimeyer**: Der allgemeine Charakter der Egerkingerfauna.

Dec. 2. Herr Prof. **G. Klebs**: Zur Physiologie der Fortpflanzung von Vaucheria sessilis.

Herr Prof. **C. Schmidt**: Das Vorkommen des Diamanten in Meteorsteinen.

Dec. 16. Herr Prof. **C. Schmidt**: Die archäischen Felsarten Nord-Americas.

1892.

Jan. 6. Herr Prof. **R. Nietzki**: Die Verbindungen des Stickstoffs mit dem Wasserstoff.

Herr Prof. **A. Riggenbach**: Photographische Aufnahme von Cirren durch Verstärkung mit Schlipp'schem Salz.

Jan. 20. Herr Prof. **Fr. Zschokke**: Die Parasiten des Lachses.

Febr. 17. Herr Prof. **C. Schmidt**: Der Salzsee von Utah.

März 16. Herr **Ed. Greppin**: Zur Orographie der Umgebung von Langenbruck.

Mai 11. Herr **E. Bürgin**, Ing.: Gleichstrom, Wechselstrom und Drehstrom.

Juni 1. Herr Prof. **C. Schmidt**: Angeblicher Bernstein aus Savoyischer Molasse.

Juni 15. Oeffentliche Sitzung.

Herr Prof. **C. Schmidt**: Bau und Entstehung des Felsengebirges von Nordamerika.

Biennium 1892—1894.

Beamte:

Präsident: Herr Dr. **A. Gutzwiller.**
Vice-Präsident: „ Prof. Dr. **F. Zschokke.**
Secretär: „ Prof. Dr. **A. Riggenbach.**
Vice-Secretär: „ Prof. Dr. **G. Kahlbaum.**

Vorträge.

1892.

Nov. 2. Herr Prof. **K. VonderMühll**: Die Theorie der „Seiches“.

Nov. 16. Herr Prof. **G. Klebs**: Die Ernährungsweise der niedersten Tiere.

Dec. 7. Herr Prof. **M. von Lenhossék**: Das Nervensystem des Regenwurmes.

Dec. 21. Herr Dr. **J. Balmer**: Die Wirkung des Oeles zur Besänftigung der Wasserwellen.

1893.

Jan. 11. Herr Prof. **J. Kollmann**: Der Embryo der Affen.

Jan. 25. Herr Prof. **C. Schmidt**: Der geologische Bau des Kaiserstuhls und seine Beziehungen zu Schwarzwald und Vogesen.

Febr. 8. Herr Dr. **E. Zollinger**: Diluviale Flussverschiebungen.

März 1. Herr Prof. **E. Hagenbach-Bischoff**: Die Kraftübertragung durch Drehstrom.

März 15. Herr Prof. **F. Mühlberg** in Aarau: Der geologische Bau des Jura.

Mai 3. Herr Apotheker **E. Steiger**: Die einheimischen Florideen.

Juni 7. Herr Prof. **Fr. Miescher**: Die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas.

Juli 5. Oeffentliche Sitzung.

Herr Prof. **H. Heussler**: Der Kampf um den Zweck.

Am 14. Mai führte die Gesellschaft eine geologische Excursion in den Kaiserstuhl aus.

Verzeichniss der Mitglieder der Naturforschenden Gesellschaft 1893.

---

a. Ehren-Mitglieder.

			Mitglied seit
1.	Herr	Max von Pettenkofer, Professor in München	1860
2.	„	Alexander Agassiz, Director des Museums für vergleichende Anatomie in Cambridge, Mass.	1880
3.	„	Albert Günther, Conservator am British Museum in London	1880
4.	„	Simon Schwendener, Professor in Berlin	1880

b. Correspondirende Mitglieder.

			Mitglied seit
1.	Herr	E. de Bary-Gros, in Gebweiler	1867
2.	„	E. Benneke, Professor in Strassburg .	1880
3.	„	Robert Billwiller, Director der schweiz. meteorolog. Central-Anstalt in Zürich	1887
4.	„	Giov. Capellini, Professor in Bologna .	1875
5.	„	Ed. Cornaz, Dr. Med. in Neuchâtel . .	1856
6.	„	Louis Coulon, Direktor des Museums in Neuchâtel	1856
7.	„	James D. Dana, Professor in New-Haven	1860
8.	„	A. Daubrée, Professor am Jardin des Plantes in Paris	1861
9.	„	A. Des Cloiseaux, Professor in Paris .	1864
10.	„	Carl Euler in Bom Valle, Brasilien .	1865

11.	Herr	Ernest Favre, Geolog in Genf	1875
12.	„	Dr. F. A. Forel, Professor in Morges .	1880
13.	„	Dr. Paul Groth, Professor in München	1880
14.	„	Dr. Bernhard Hagen in Deli, Sumatra .	1892
15.	„	Dr. A. Hirsch, Professor in Neuchâtel .	1881
16.	„	Charles A. Joy, Professor in New-York	1865
17.	„	Adolf Krayer-Förster in Basel . . .	1864
18.	„	Dr. F. Lang, Professor in Solothurn .	1867
19.	„	Percival de Loriol in Genf	1880
20.	„	Louis Lortet, Director in Lyon . . .	1872
21.	„	Dr. Forsyth Major in Florenz	1880
22.	„	Dr. F. Mühlberg, Professor in Aarau .	1893
23.	„	Müller, Apotheker in Rheinfelden . .	1867
24.	„	Paul Reinsch, Lehrer in Nürnberg . .	1862
25.	„	E. Renevier, Professor in Lausanne . .	1880
26.	„	Dr. Fridolin von Sandberger, Professor in Würzburg	1868
27.	„	A. Scheurer-Kestner, Chemiker in Thann	1866
28.	„	Gust. von Tschermak, Professor in Wien	1880
29.	„	G. Wiedemann, Professor in Leipzig .	1854
30.	„	Rud. Wolf, Professor in Zürich . . .	1867

c. **Ordentliche Mitglieder.**

			Aufnahmsjahr.
1.	Herr	Rud. Alioth-vonSpeyr, Oberst	1883
2.	„	Wilh. Alioth-Vischer, Oberst	1890
3.	„	E. Anneler, Chemiker	1876
4.	„	J. Bachofen-Petersen	1892
5.	„	Dr. J. Balmer	1892
6.	„	Heinr. Becker, stud. phil.	1891
7.	„	Dr. Carl Chr. Bernoulli, Oberbibliothekar	1890
8.	„	Joh. Bernoulli	1856
9.	„	Dr. Wilh. Bernoulli-Sartorius	1862
10.	„	Henri Besson, Ingenieur	1888

11. Herr Aimé Bienz, Secundarlehrer 1892
12. „ Dr. Rob. Bindschedler 1887
13. „ Fritz Bischoff 1876
14. „ Dr. Eugen Bischoff-Wieland 1884
15. „ Prof. Dr. Ad. Bolliger 1891
16. „ J. Bollinger-Auer, Lehrer 1877
17. „ J. Brack-Schneider, Chemiker 1892
18. „ Dr. Emil Bucherer, Gymnasiallehrer . 1876
19. „ Theod. Bühler, Apotheker 1886
20. „ Emil Bürgin, Oberst 1883
21. „ Dr. Karl Bulacher, Chemiker 1852
22. „ Prof. Dr. G. Bunge 1886
23. „ Ad. Burckhardt-Bischoff 1876
24. „ Prof. Dr. Fr. Burckhardt-Brenner . . 1853
25. „ Dr. Aug. Burckhardt-Dick 1834
26. „ Prof. Dr. Albr. Burckhardt-Friedrich . 1881
27. „ Dr. Martin Burckhardt-His 1847
28. „ Hier. Burckhardt-Iselin 1838
29. „ Ad. Burckhardt-Merian 1892
30. „ Dr. Rudolf Burckhardt 1892
31. „ Felix Burckhardt-Siber 1892
32. „ Dan. Burckhardt-Thurneysen 1863
33. „ Dr. Pierre Chappuis - Sarasin in Sèvres 1880
34. „ Dr. Alfred Christ-Paravicini in Langenbruck 1892
35. „ Dr. Herm. Christ-Socin 1857
36. „ Dr. Aug. Collin, Chemiker 1886
37. „ Felix Cornu, Chemiker 1868
38. „ Prof. Dr. L. Courvoisier 1889
39. „ Dr. J. J. David 1892
40. „ J. deBary-Burckhardt 1876
41. „ Dr. Theod. Engelmann 1882
42. „ F. E. Falkner-Rumpf, Chemiker . . . 1892
43. „ Prof. Dr. Herm. Fehling 1889

44. Herr Dr. Rob. Flatt 1887
45. „ Rud. Forcart-von Gentschick 1858
46. „ Dr. Adolf Fritze in Freiburg i. B. . . 1892
47. „ A. Fürstenberger-Ryhiner 1869
48. „ G. Fürstenberger-Vischer 1867
49. „ Karl Geigy, Ingenieur 1892
50. „ Dr. Eduard Geigy 1892
51. „ C. Geigy-Hagenbach 1892
52. „ Joh. Rud. Geigy-Merian 1876
53. „ Dr. Rud. Geigy-Schlumberger 1888
54. „ Dr. Gelpke, Arzt in Liestal 1892
55. „ Dr. Armand Gerber 1890
56. „ Dr. Rob. Gnehm, Chemiker 1887
57. „ Dr. A. Gönner-Burckhardt 1884
58. „ Dr. F. Göttisheim, Ständerath 1863
59. „ Dr. Max von Gonzenbach 1892
60. „ Prof. Dr. Friedr. Goppelsröder in Mülhausen 1859
61. „ Ed. Greppin, Chemiker 1885
62. „ Fr. Greuter-Engel 1892
63. „ Dr. Herm. Griesbach, Professor in Mülhausen 1883
64. „ Dr. Karl Grüninger 1863
65. „ H. Gruner-His, Ingenieur 1860
66. „ Dr. A. Gutzwiller-Gonzenbach 1876
67. „ Dr. H. Haagen-Thurneysen 1861
68. „ Dr. Ad. Hägler-Gutzwiller 1863
69. „ Dr. Karl Hägler 1892
70. „ Häring-Merian in Liestal 1892
71. „ Dr. Carl Hagenbach 1892
72. „ Prof. Dr. Ed. Hagenbach-Bischoff . . . 1855
73. „ Prof. Dr. Ed. Hagenbach-Burckhardt . 1867
74. „ Dr. Eduard Hagenbach, Chemiker . . . 1888
75. „ Fr. Hagenbach-Merian 1829

76. Herr Dr. John Hay 1885
77. „ Prof. Dr. H. Heussler 1882
78. „ Prof. Dr. Wilh. His in Leipzig . . . 1854
79. „ A. Hoffmann-Burckhardt 1876
80. „ Dr. Fr. Hosch-Jaquel 1877
81. „ Dr. Rud. Hotz-Linder 1881
82. „ J. J. Huber-Burckhardt 1892
83. „ Dr. Carl Hübscher 1892
84. „ Asmus Jabs, Director in Wyhlen . . 1892
85. „ Dr. Alfred Jaquet 1888
86. „ Dr. Fridolin Jenni 1887
87. „ Prof. Dr. Herm. Immermann 1871
88. „ Dr. A. Jonquière 1890
89. „ Dr. Friedr. Kägi 1892
90. „ Prof. Dr. G. W. A. Kahlbaum . . . 1877
91. „ Alb. Kehlstadt, Chemiker 1892
92. „ Dr. Herm. Keller in Rheinfelden . . 1889
93. „ Guido Kern, Ober-Ingenieur 1886
94. „ Kaspar Kessler, stud. phil. 1893
95. „ Prof. Dr. A. Kinkelin, Nationalrath . 1860
96. „ Dr. J. A. Klaye, Chemiker 1879
97. „ Prof. Dr. G. Klebs 1888
98. „ Fr. Klingelfuss, Electrotechniker . . . 1892
99. „ Dr. J. Kober, Apotheker 1880
100. „ Dr. A. Köchlin, Apotheker 1888
101. „ C. Köchlin-Iselin 1892
102. „ Prof. Dr. J. Kollmann 1879
103. „ Prof. Dr. von Lenhossék in Würzburg 1889
104. „ Dr. Fr. Leuthardt in Liestal 1891
105. „ Fr. Lindenmeyer-Seiler 1892
106. „ Rud. Linder-Bischoff 1892
107. „ Dr. Arnold Lotz 1890
108. „ Dr. Th. Lotz-Landerer 1867
109. „ Dr. Jakob Mähly-Trüdinger 1886

110. Herr Fr. vonMandach, stud. med. 1892
111. „ Prof. Dr. Rud. Massini 1876
112. „ J. Mast, S. C. B. Director 1892
113. „ Rud. Maurer 1892
114. „ Carl Mayer-Dahm, Chemiker . . . 1886
115. „ Dr. Carl Mellinger 1891
116. „ Prof. Dr. Fr. Miescher-Rüsch 1870
117. „ Paul Miescher, Gas-Director 1889
118. „ Dr. Fr. Müller, Rathsherr 1856
119. „ Dr. Heinr. Müller, Chemiker 1889
120. „ Adalbert Mylius, Chemiker 1887
121. „ Cas. Nienhaus, Apotheker 1881
122. „ Prof. Dr. Rud. Nietzki 1884
123. „ Carl Ochs, stud. phil. 1893
124. „ Dr. Rud. Oeri-Sarasin 1877
125. „ E. Passavant-Allemandi 1892
126. „ Prof. Dr. J. Piccard 1870
127. „ Dr. Benj. Plüss 1874
128. „ Hans Preiswerk-Preiswerk, Gymnasiallehrer 1886
129. „ Arn. Refardt-Bischoff 1889
130. „ Prof. Dr. A. Riggenbach-Burckhardt . 1880
131. „ Eduard Riggenbach, Ingenieur . . . 1892
132. „ A. Riggenbach-Iselin 1876
133. „ Fr. Riggenbach-Stehlin 1867
134. „ Dr. Christ. Ris, Chemiker 1889
135. „ Medicinalrath Dr. Ritter in Lörrach . 1892
136. „ Otto Röchling 1892
137. „ J. Rohner, Sec.-Lehrer in Riehen . . 1891
138. „ Dr. A. Rosenburger 1864
139. „ Prof. Dr. M. Roth 1888
140. „ Dr. Leop. Rütimeyer in Riehen . . . 1888
141. „ Prof. Dr. Ludwig Rütimeyer 1855
142. „ Joh. Rupe-Fischer 1874

143. Herr Dr. Franz Sandmeyer, Chemiker . . . 1889
144. „ Dr. Fr. Sarasin 1886
145. „ Dr. Paul Sarasin 1886
146. „ E. Schenkel, Conservator 1892
147. „ Dr. Paul Scherrer 1892
148. „ Dr. Fr. Schetty 1892
149. „ Prof. Dr. H. Schiess 1864
150. „ Fr. Schider, Zeichnungslehrer . . . 1892
151. „ Dr. Otto Schlesinger 1888
152. „ Bened. Schlup, Sec.-Lehrer 1891
153. „ Prof. Dr. Carl Schmidt 1888
154. „ Joh. Schmiedhauser-Alder 1867
155. „ Dr. Theod. Schneider-Preiswerk . . . 1868
156. „ Dr. G. Schröder 1873
157. „ Dr. C. O. Schulthess-Schulthess . . . 1892
158. „ Prof. Dr. Fr. Siebenmann 1888
159. „ E. Siegwart, Chemiker in Schweizerhall 1892
160. „ Georg von Silany, stud. phil. 1892
161. „ S. Simon, Ingenieur 1888
162. „ Prof. Dr. A. Socin 1864
163. „ Prof. Dr. Paul Speiser-Sarasin, Nat.-Rath 1887
164. „ W. Speiser-Strohl, Director 1877
165. „ Alfr. vonSpeyr-Merian 1876
166. „ Carl vonSpeyr 1893
167. „ O. Spiess-Fäsch, Ingenieur 1873
168. „ Dr. Alfred Stähelin in Aarau . . . 1864
169. „ Dr. Hans Stehlin 1892
170. „ Emil Steiger, Apotheker 1889
171. „ Dr. Ad. Streckeysen 1892
172. „ H. Sulger, Ingenieur 1870
173. „ Rud. Sulger 1842
174. „ Prof. Dr. v. Sury 1878
175. „ Emil Suter, Optiker 1888

176. Herr Dr. Karl Ternetz. 1890
177. „ Dr. Friedr. Tschopp, Gymnasiallehrer . 1886
178. „ Dr. Henri Veillon 1890
179. „ Fr. Vischer-Bachofen 1883
180. „ Dr. Carl Vischer-Merian, Rathsherr . 1843
181. „ Th. Vischer-VonderMühll 1876
182. „ Prof. Dr. H. Vöchting in Tübingen . 1879
183. „ Carl VonderMühll-Burckhardt . . . 1876
184. „ Prof. Dr. Carl VonderMühll-His . . 1867
185. „ Dr. Paul VonderMühll-Passavant . . 1892
186. „ G. Wackernagel-Merian 1892
187. „ Dr. Joh. Walter-Friess 1887
188. „ Aug. Weidenmann 1892
189. „ Joh. Weinmann, Chemiker 1881
190. „ Dr. X. Wetterwald 1892
191. „ Dr. Paul Witzig 1892
192. „ Fr. Zahn-Geigy 1876
193. „ Dr. Ernst Zehntner in Laplaine bei Genf 1892
194. „ Dr. Henri Ziegler 1892
195. „ Ger. Zimmerlin-Boelger 1892
196. „ Dr. Wilh. Zinstag 1892
197. „ Dr. Edw. Zollinger 1892
198. „ Prof. Dr. Fr. Zschokke 1887
199. „ Jos. Zubelen, Chemiker 1890

Seit der Veröffentlichung des letzten Mitgliederverzeichnisses im Jahre 1889 sind 12 Mitglieder wegen Wegzugs von Basel oder aus andern Gründen aus der Gesellschaft ausgetreten; es sind dies die Herren:

	Mitglied von	bis
1. Herr Ed. Burckhardt-Zahn	1876—	1893
2. „ Joh. Graber, Lehrer	1877—	1889

3.	Herr	H. Iselin, Pfarrer in Balstal . .	1892–1893
4.	„	Rud. Lüscher-Burckhardt . . .	1881—1892
5.	„	Dr. Joh. Müller, Prosector . . .	1887—1889
6.	„	Ferd. Petersen-Müller	1887—1892
7.	„	Dr. A. Puff	1890—1892
8.	„	Leo Schlein, Chemiker	1889—1892
9.	„	Gerhard Schmidt, Chemiker . .	1889—1890
10.	„	Prof. Dr. J. Volkelt	1884—1889
11.	„	Fr. Walser-Hindermann	1889—1892
12.	„	Dr. L. Zehnder	1890—1892

Zwölf Mitglieder wurden der Gesellschaft durch den Tod entrissen, darunter viele, deren langjährige rege Thätigkeit und zum Theil grossartige Schenkungen die Gesellschaft dauernd zu dankbarstem Andenken verpflichten; es sind dies die Herren:

			Mitglied von bis
1.	Herr	Dr. J. J. Bernoulli-Werthemann .	1826—1892
2.	„	Prof. Dr. J. Bischoff-Burckhardt .	1868—1892
3.	„	M. Bölger-Hindermann	1839—1893
4.	„	Dr. V. Gilliéron	1866—1890
5.	„	Prof. Dr. J. Hoppe	1852—1891
6.	„	Dr. Alfr. Kern-Anselm	1886—1893
7.	„	Dr. Theod. Kündig-vonSpeyr . .	1861—1891
8.	„	Rud. Merian-Iselin, Oberst . . .	1844—1891
9.	„	Prof. Dr. Albr. Müller	1846—1890
10.	„	G. Rauch-Gubler	1855—1890
11.	„	Dr. L. Sieber, Oberbibliothekar .	1875—1891
12.	„	Charles Socin-Kaufmann, Ing. .	1882—1890

Bestimmungen über die Publication von Arbeiten in den Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel.

(Von der Gesellschaft beschlossen am 1. Juni 1892).

1. Die „Verhandlungen" haben den Zweck die wissenschaftlichen Mitteilungen, welche der Gesellschaft in einer Sitzung vorgelegt worden sind, möglichst bald durch den Druck zu veröffentlichen.
2. Jede für die Verhandlungen bestimmte Abhandlung ist dem Secretär als druckfertiges Manuscript einzureichen und zugleich ist die Zahl der vom Autor gewünschten Separatabzüge anzugeben.
3. Ueber die Aufnahme einer Abhandlung entscheidet die Redactions-Commission, bestehend aus zwei von der Gesellschaft auf sechs Jahre gewählten Mitgliedern, sowie dem jeweiligen Präsidenten, Vicepräsidenten und Secretär der Gesellschaft.
4. Dem Autor einer in den Verhandlungen veröffentlichten Abhandlung steht es frei, dieselbe auch noch in andern Zeitschriften oder besonders zu publiciren. Siehe jedoch Art. 10.
5. Die Kosten für den Druck trägt die Gesellschaft. Wünscht jedoch der Autor den für die Verhandlungen hergestellten Satz auch noch zu anderweitiger Publikation zu benützen, so kann dies gegen Vergütung eines im Verhältniss zur Zahl der hiefür

erforderlichen Extraabzüge stehenden Beitrages an die Kosten des Satzes geschehen.

6. Die Kosten, welche aus erst bei der Correctur des Satzes erfolgten Abänderungen des Manuscripts erwachsen, trägt der Autor.

7. Die Erstellungskosten von Textabbildungen und Tafeln trägt im Allgemeinen der Autor, doch kann die Redactions-Commission an dieselben einen Beitrag bewilligen.

8. Der Autor erhält auf Wunsch 50 Separatabzüge gratis, eine beliebige Zahl weiterer Abzüge zum Selbstkostenpreise (50 Expl. pro $^1/_2$ Bogen à 75 Cts., pro $^1/_1$ Bogen à Fr. 1. —, pro Titel à Fr. 1. —, exclus. Buchbinderkosten).

9. Die dem Autor übergebenen Separatabzüge dürfen nicht in den Buchhandel gebracht werden; dagegen steht der Gesellschaft das Recht zu auf ihre Rechnung Separatabzüge in den Handel zu bringen.

10. Der Verkehr des Autors mit dem Drucker wird, so weit er sich nicht auf Correcturen bezieht, durch den Secretär vermittelt. Wird auf Wunsch des Autors der für die Verhandlungen hergestellte Satz zur Veranstaltung besonderer Ausgaben benützt, so geschieht dies ebenfalls durch Vermittlung des Secretärs.

11. Falls der Autor die Kosten des Satzes seiner Abhandlung auf eigene Rechnung übernimmt, fallen die Bestimmungen des Art. 9 dahin, jedoch dürfen auch in diesem Falle separate Publicationen nur im Verlage der von der Gesellschaft für die Verhandlungen gewählten Buchhandlung erscheinen.

Verzeichnis der Gesellschaften und Institute, mit welchen die Naturforschende Gesellschaft in Schriftentausch steht.

Aarau. Naturforschende Gesellschaft.

Abbeville. Société d'émulation.

Altenburg. Naturforschende Gesellschaft des Osterlandes.

Amiens. Société Linnéenne du Nord de la France.

Amsterdam. Koninklijke Akademie van Wetenschappen.

— Koninklijk zoologisch Genootschap. Natura artis magistra.

Angers. Société d'études scientifiques.

Annaberg. Annaberg-Buchholzer Verein für Naturkunde.

Augsburg. Naturhistorischer Verein.

Bamberg. Naturforschende Gesellschaft.

Batavia. Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indie.

Bergen. Bergens Museum.

Berlin. Kgl. preussische Akademie der Wissenschaften.

— Botanischer Verein der Provinz Brandenburg.

— Deutsche geologische Gesellschaft.

— Kgl. preuss. geologische Landesanstalt.

— Kgl. preuss. meteorologisches Institut.

— Physikalische Gesellschaft.

Berlin. Redaction des Prometheus (Prof. Dr. Witt, Westend Berlin).
— Redaktion der naturwissenschaftlichen Wochenschrift. (H. Potonié.)
— Redaktion der Zeitschrift für Luftschifffahrt.
Bern. Naturforschende Gesellschaft.
— Schweizerische entomologische Gesellschaft.
— Schweizerische geologische Commission.
— Schweizerische geologische Gesellschaft.
— Schweizerische naturforschende Gesellschaft.
Besançon. Société d'émulation du département du Doubs.
Béziers. Société d'étude des sciences naturelles.
Bistritz. Direction der Gewerbeschule.
Blankenburg. Naturwissenschaftlicher Verein des Harzes.
Bombay. Natural History Society.
Bonn. Naturhistorischer Verein der preuss. Rheinlande.
Bordeaux. Société des sciences physiques et naturelles.
Boston. American Academy of Arts and Sciences.
— Society of Natural History.
Braunschweig. Verein für Naturwissenschaften.
Bremen. Naturwissenschaftl. Verein.
Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur.
Brookville (Ind.). Society of Natural History.
Brünn. Naturforschender Verein.
Brüssel. Académie royale.
— Société belge de microscopie.
— Société entomologique.
— Société royale malacologique.
Buffalo. Society of Natural Sciences.
Calcutta. Geological Survey Office of India.
Cambridge (Mass.). Entomological Club.

Cambridge (Mass.). Museum of comparative Zoology.
Cassel. Verein für Naturkunde.
Catania. Accademia gioenia di scienze naturali.
Chambéry. Académie des sciences naturelles de Savoie.
— Société d'histoire naturelle de Savoie.
Chapel Hill (N. C.). Elisha Mitchell Scientific Society.
Chemnitz. Naturwissenschaftl. Gesellschaft.
Cherbourg. Société des sciences naturelles et mathématiques.
Christiania. K. Norske Universitet.
Chur. Naturforschende Gesellschaft Graubündens.
Cincinnati. Society of Natural History.
Colmar. Société d'histoire naturelle.
Cordoba (Argentinien). Academia nacional de sciencias.
Danzig. Naturforschende Gesellschaft.
Darmstadt. Verein für Erdkunde.
— Geologische Landesanstalt.
Davenport. Academy of Natural Sciences.
Dijon. Académie des sciences.
Dorpat. Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität.
Dresden. Naturwissenschaftl. Gesellschaft Isis.
— Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
Dublin. R. Irish Academy.
— Royal Society.
Dürkheim. Pollichia, naturwissenschaftlicher Verein der Rheinpfalz.
Edinburgh. Royal College of Physicians.
— Royal Physical Society.
— Royal Society.
Elberfeld. Naturwissenschaftlicher Verein.
Emden. Naturforschende Gesellschaft.
Epinal. Société d'émulation du département des Vosges.
Erlangen. Physikalisch-medicinische Societät.

Firenze. Accademia dei Georgofili.
Frankfurt a. M. Physikalischer Verein.
— Senkenbergische naturforschende Gesellschaft.
Frankfurt a. O. Naturwissenschaftlicher Verein.
Frauenfeld. Thurgauische naturforschende Gesellschaft.
Freiburg i. Br. Naturforschende Gesellschaft.
Fribourg. Société fribourgeoise des sciences naturelles.
Fulda. Verein für Naturkunde.
Genève. Institut national genevois.
— Société de physique et d'histoire naturelle.
Genova. Museo civico di storia naturale.
— Società Ligurica di scienze naturali e geographiche.
Gent. Botanisch Jaarboek.
Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
Glasgow. Natural History Society.
Görlitz. Naturforschende Gesellschaft.
— Oberlausitz'sche Gesellschaft der Wissenschaften.
Göttingen. Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften.
Granville (Ohio). Denison scientific association.
Graz. Verein der Aerzte in Steiermark.
— Steierischer Gebirgsverein.
— Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.
Greifswald. Geographische Gesellschaft.
Greifswald. Naturwissenschaftlicher Verein von Neu-Vorpommern und Rügen.
Güstrow. Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg.
Habana. Sociedad antropologica de Cuba.
Halle a. S. Kais. Leopoldino-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher.
— Verein für Erdkunde.

Halle a. S. Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen.
Hamburg. Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung.
— Naturwissenschaftlicher Verein in Hamburg-Altona.
— Deutsche Seewarte.
Hanau. Wetterauische Gesellschaft für Naturkunde.
Hannover. Naturhistorische Gesellschaft.
Harlem. Hollandsche Maatschappij de Wetenschappen.
— Musée Teyler.
Heidelberg. Naturhistorisch-medicin. Verein.
Helsingfors. Societas pro fauna et flora Fennica.
— Bergwerksverwaltung.
Innsbruck. Ferdinandeum.
— Naturwissenschaftlich-medicin. Verein.
Karlsruhe. Naturwissenschaftlicher Verein.
Kiel. Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein.
Kiew. Société des naturalistes.
Klagenfurth. Naturhistorisches Landesmuseum von Kärnthen.
Königsberg. Physikalisch-öconomische Gesellschaft.
Krakau. Akademie der Wissenschaften.
Kremsmünster. K. K. Sternwarte.
Landshut. Botanischer Verein.
Lausanne. Société vaudoise des sciences naturelles.
Leiden. Nederlandsche dierkundige Vereeniging.
Leipzig. Verein für Erdkunde.
— K. sächsische Gesellschaft der Wissenschaften.
— Fürst Jablonowski'sche Gesellschaft.
— Naturforschende Gesellschaft.
Liège. Société médico-chirurgale de Liège.
Linz. Verein für Naturkunde in Oesterreich ob der Enns.
Lisboa. Sociedade de Geographia.

Lisboa. Commissão dos traballos geologicos.
London. British Association for Advancem. of Sciences.
— Chemical Society.
— Linnean Society.
— Royal Institution.
— Royal Microscopical Society.
— Royal Society.
Lüneburg. Naturwissenschaftl. Verein.
Lund. Carolinische Universität.
Luxembourg. Société botanique.
— Institut royal grand-ducal, section des sciences naturelles.
— Verein Luxemburger Naturfreunde.
Lyon. Académie des sciences, belles-lettres et arts.
— Société d'études scientifiques.
— Société d'agriculture.
— Société Linnéenne.
Madison (Wisc.). Academy of Sciences.
Magdeburg. Naturwissenschaftlicher Verein.
— Wetterwarte der Magdeburgischen Zeitung.
Manchester. Literary and Philosophical Society.
Mannheim. Verein für Naturkunde.
Marburg. Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften.
Meriden. (Conn.) Scientific association.
Mexico. Observatorio meteorologico-magnetico central.
— Sociedad scientifica: „Antonio Alzate".
Milano. R. Istituto Lombardo.
— Società italiana di scienze naturali.
Milwaukee. Wisconsin Nat. Hist. Society.
Minneapolis. (Minn.) Geological and Natural history survey.
Montbéliard. Société d'émulation.
Montpellier. Académie des sciences et lettres.

Moskau. Société impériale des naturalistes.
Mülhausen. Société industrielle.
München. Bayer. botan. Gesellschaft.
— Kgl. bayr. Akademie der Wissenschaften.
Münster. Westfälischer Provincialverein.
Nancy. Société des sciences.
Napoli. Accademia delle scienze fisiche e matematiche.
Neisse. Philomathie.
Neuenburg. Société des sciences naturelles.
New-Haven (Conn.). Academy of Arts and Sciences.
— Redaction des American Journal of Science.
New-Orleans. Academy of Science.
New-York. Academy of Sciences.
— American Museum of Natural History.
Nijmegen. Nederlandsche botanische Vereeniging.
Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft.
Odessa. Société des naturalistes de la nouvelle Russie.
Ofen-Pesth. Ungar. Akademie der Wissenschaften.
— K. ungar. geologische Reichsanstalt.
— K. ungar. National-Museum.
— K. ungar. naturwissenschaftl. Gesellschaft.
Offenbach. Verein für Naturkunde.
Osnabrück. Naturwissenschaftlicher Verein.
Padova. Società Veneto-Trentina delle scienze naturali.
Palermo. Società di scienze naturali.
Paris. Société d'anthropologie.
— Ecole politechnique.
— Société française de Minéralogie.
Passau. Naturhistorischer Verein.
Perugia. Academia medico-chirurgica.
Petersburg. Kais. Akademie.
— Société russe de géographie.
— Physikalisches Central-Observatorium.
Philadelphia. Academy of Natural Sciences.

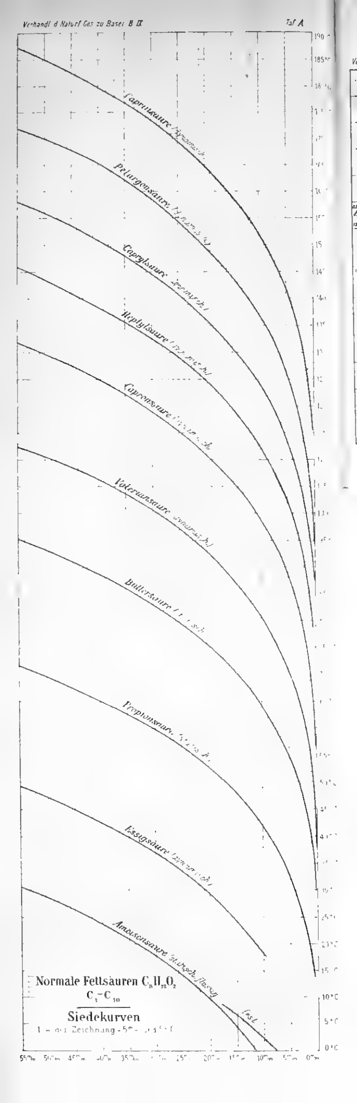
Philadelphia. Zoological Society.
— Wagner Free Institute of Science.
Pisa. Società Toscana di scienze naturali.
Porrentruy. Société jurasienne d'émulation.
Prag. Naturforschender Verein Lotos.
— K. K. Sternwarte.
— K. K. Gesellschaft der Wissenschaften.
Pressburg. Verein für Natur- und Heilkunde.
Regensburg. Naturwissenschaftl. Verein.
Reichenberg. Verein der Naturfreunde.
Riga. Naturforscher Verein.
Rio de Janeiro. Imperial observatorio meteorologico.
— Museu nacional.
Rochester. Academy of Science.
Roma. R. Accademia dei Lincei.
— R. comitato geologico d'Italia.
— Biblioteca nac. centrale.
— Observatorio del Vaticano.
— Redazione della rassegna delle scienze geologiche in Italia.
Salem. Peabody Academy of Sciences.
— American Association for the advancement of Science.
— Essex Institute.
San Francisco. California Academy of Sciences.
San José (Costa Rica). Instituto meteorologico nacional.
— Museo nacional.
San Salvador, C. A. Observatorio meteorologico y astronomico.
Sant Jago (Chile). Deutscher wissenschaftlicher Verein.
Sèvres. Bureau international des poids et mesures.
St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft.
St. Louis. Academy of Sciences.
— Missouri Botanical Garden.
Siena. R. Accademia dei Fisicocritici.

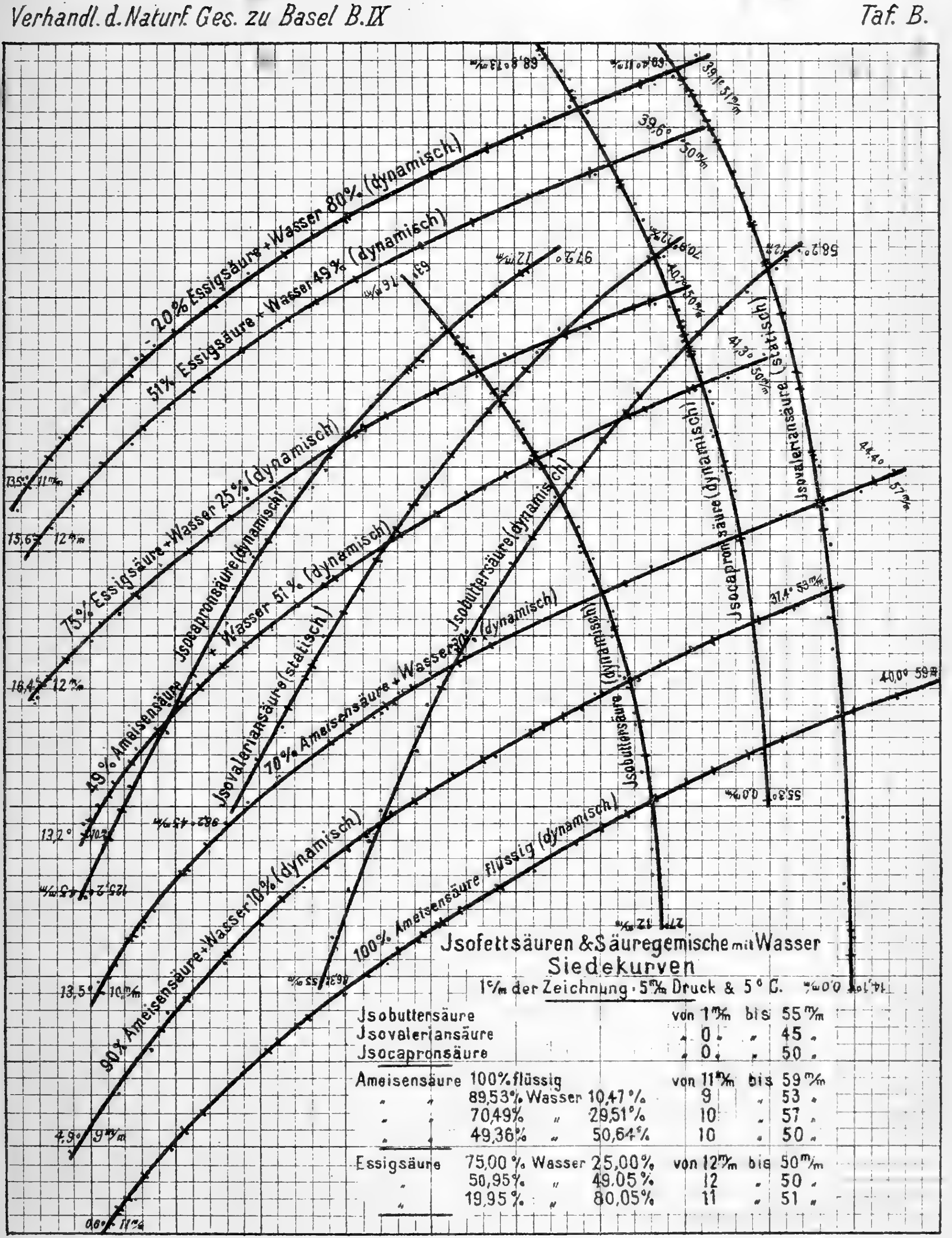
Sitten. Société Murithienne.
Solothurn. Naturforschende Gesellschaft.
Stockholm. Kongl. Svenska Wetenskaps-Akademie.
— Sveriges Geologiska Undersökning.
Strassburg. Commission für die geolog. Landesuntersuchung.
— Centralstelle des meteorologischen Landesdienstes in Elsass-Lothringen.
Stuttgart. Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg.
Tacubaya. (Mex.) Observatorio astronomico nacional.
Thorn. Copernicusverein.
Torino. Museo di Zoologia ed Anatomia comparata.
Toulouse. Société d'histoire naturelle.
Trenton. N. J. (U. S. A.) Natural History Society.
Triest. Museo civico di storia naturale.
— Osservatorio marittimo.
— Società adriatica di scienze naturali.
Washington. U. S. Department of Agriculture.
— Office of Comptroller of the Currency.
— Bureau of Ethnology.
— U. S. Geological Survey.
— U. S. Navy Department.
— Smithsonian Institution.
Wernigerode. Naturwissenschaftlicher Verein des Harzes.
Wien. K. K. Akademie der Wissenschaften.
— K. K. geographische Gesellschaft.
— K. K. geologische Reichsanstalt.
— K. K. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.
— K. K. Naturhistorisches Hofmuseum.
— Redaction der „Wiener entomologischen Zeitung“.

Wien. Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse.
— K. K. Zoologisch-botanische Gesellschaft.
Wiesbaden. Verein für Naturkunde.
Würzburg. Physicalisch-medicinische Gesellschaft.
Zürich. Schweizerische meteorologische Centralanstalt.
— Naturforschende Gesellschaft.
— Physikalische Gesellschaft.
Zwickau. Verein für Naturkunde.

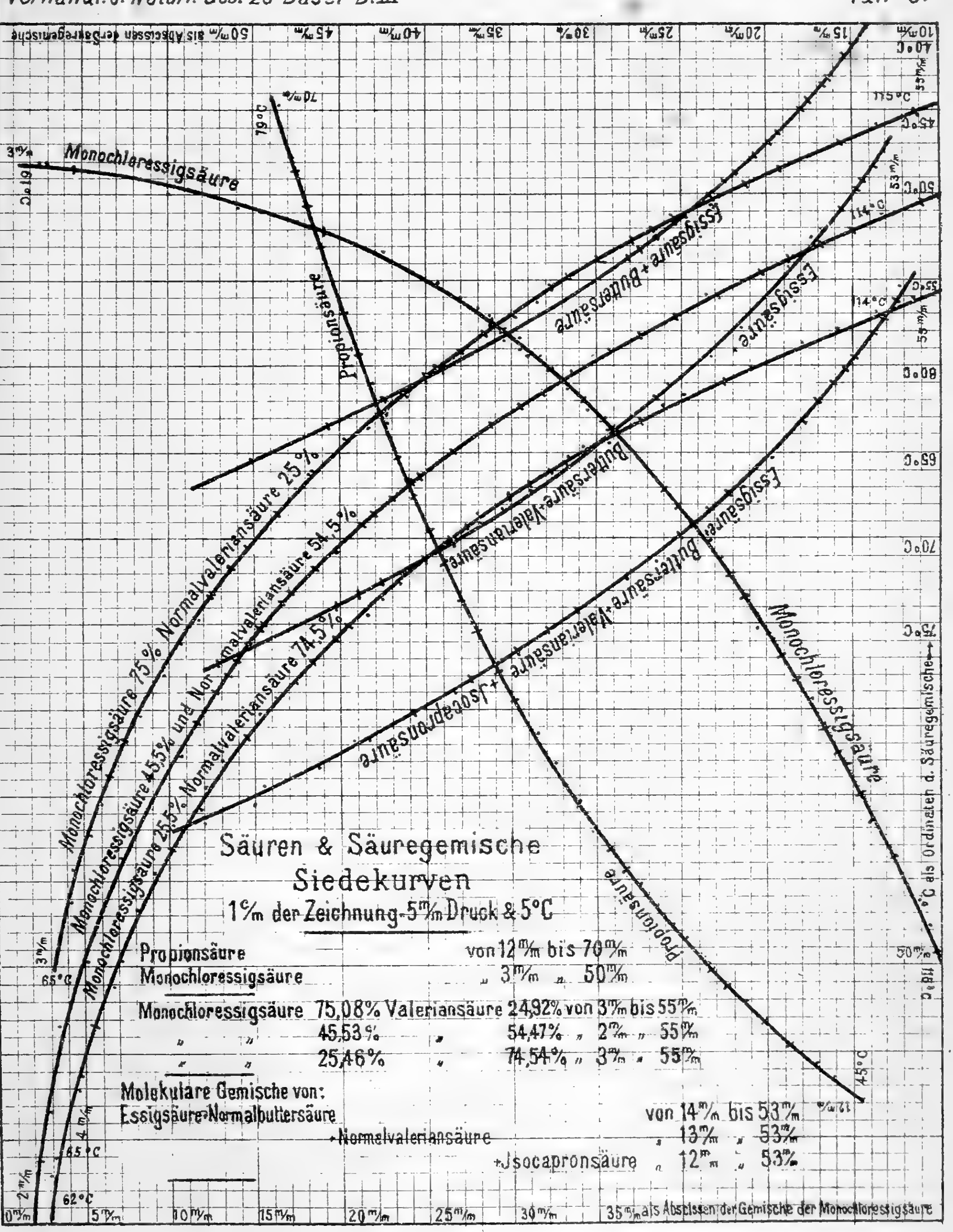
Georg W. A. Kahlbaum,

Bibliothekar der Naturforschenden Gesellschaft.


Caprinsäure
Pelargonsäure
Caprylsäure
Heptylsäure
Capronsäure
Valeriansäure
Buttersäure
Propionsäure
Essigsäure
Ameisensäure statisch flüssig
fest
Normale Fettsäuren $C_nH_{2n}O_2$
C_1-C_{10}
Siedekurven
190°C
185°C
10°C
5°C
0°C
55mm
10mm
0mm



Jsobuttersäure			von 1 m/m	bis 55 m/m
Jsovaleriansäure			„ 0	„ 45 „
Jsocapronsäure			„ 0	„ 50 „
Ameisensäure	100% flüssig		von 11 m/m	bis 59 m/m
„	89,53% Wasser	10,47%	9	„ 53 „
„	70,49% „	29,51%	10	„ 57 „
„	49,36% „	50,64%	10	„ 50 „
Essigsäure	75,00% Wasser	25,00%	von 12 m/m	bis 50 m/m
„	50,95% „	49,05%	12	„ 50 „
„	19,95% „	80,05%	11	„ 51 „


Säuren & Säuregemische
Siedekurven
1 c/m der Zeichnung = 5 m/m Druck & 5°C
Propionsäure von 12 m/m bis 70 m/m
Monochloressigsäure „ 3 m/m „ 50 m/m
Monochloressigsäure 75,08% Valeriansäure 24,92% von 3 m/m bis 55 m/m
„ „ 45,53% „ 54,47% „ 2 m/m „ 55 m/m
„ „ 25,46% „ 74,54% „ 3 m/m „ 55 m/m
Molekulare Gemische von:
Essigsäure + Normalbuttersäure von 14 m/m bis 53 m/m
+ Normalvaleriansäure „ 13 m/m „ 53 m/m
+ Jsocapronsäure „ 12 m/m „ 53 m/m
Monochloressigsäure
Propionsäure
Essigsäure + Buttersäure
Essigsäure
Buttersäure + Valeriansäure
Essigsäure + Buttersäure + Valeriansäure + Jsocapronsäure
Monochloressigsäure 75% Normalvaleriansäure 25%
Monochloressigsäure 45,5% und Normalvaleriansäure 54,5%
Monochloressigsäure 25,5% Normalvaleriansäure 74,5%
m/m als Abscissen der Säuregemische
m/m als Abscissen der Gemische der Monochloressigsäure
°C als Ordinaten d. Säuregemische

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 03169

